

**Vergleich einer direkten Messung
des Fingertremors mit herkömmlichen
indirekten Meßverfahren bei Patienten
unter Lithiumtherapie**

Johann L. Fischer

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552314_0002

Aus der Nervenlinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr.Hippius

Vergleich einer direkten Messung des Fingertremors mit her-
kömmlichen indirekten Meßverfahren bei Patienten unter
Lithiumtherapie

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Johann L.Fischer

aus
München

1977



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Dipl.Psycholog. Dr. Engel, Dr. Greil

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Hippus

Dekan: Prof. Dr.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 03. 10. 1978

GLIEDERUNG

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	2
1.1 Lithiumtherapie und Lithiumtremor	2
1.2 Verfahren zur Messung des Tremors	4
1.3 Fragestellung	8
2. Methodik	10
2.1 Apparate	10
2.2 Beschreibung der Patienten - Stichproben ..	12
2.3 Versuchsdurchführung	13
3. Ergebnisse	17
3.1 Arbeitsgang und Aufteilung der Daten	17
3.2 Zuverlässigkeit der Meßmethoden	25
3.3 Interkorrelationen der einzelnen Meßmethoden	29
3.4 Zeitliche Stabilität	35
4. Diskussion	39
4.1 Zuverlässigkeit und Stabilität verschiede- ner Meßmethoden	39
4.2 Brauchbarkeit verschiedener Meßmethoden zur Erfassung des Lithiumtremors	45
5. Zusammenfassung	46
6. Literaturverzeichnis	48

Anhang

1. Einleitung

1.1 Lithiumtherapie und Lithiumtremor

Die zunehmende Verbreitung der Lithiumtherapie hat in den letzten Jahren immer mehr Autoren dazu veranlaßt, sich mit den Nebenwirkungen eingehender zu befassen. Am häufigsten wurden dabei vorübergehendes Unbehagen, Schwindel, oder Leibschmerzen, Erbrechen, Diarrhoe, Durst, Benommenheit, Muskelschwäche, leichte Müdigkeit, Schläfrigkeit, Vergrößerung der Schilddrüse und Tremor gefunden (Schou, 1969, 1971).

Der lithiumbedingte Tremor soll nach Schou (1969, 1973) bei mindestens 40 % der Patienten festzustellen sein.

Tremor kann definiert werden als eine Serie von unwillkürlich schwingenden Bewegungen eines Teiles des Körpers mit entsprechendem Rhythmus. Die rhythmische Qualität grenzt den Tremor von den übrigen Arten von unwillkürlichen Bewegungen wie Athetose und Chorea ab (Fahn, 1972). Nach Sälzer (1974) stellt der Tremor eine personenspezifische Kenngröße dar und ändert sich durch verschiedene mechanische, psychische und pharmakologische Einflüsse.

Der charakteristische Lithiumtremor ist feinschlägig, steigert sich bei Anstrengung, Müdigkeit und intentionalen Bewegungen, läßt nicht nach bei Ablenkung noch ist er durch Antiparkinsonmittel zu beeinflussen (Schou, 1972). Er ist am größten nach Tabletteneinnahme, also abhängig vom Gradienten des Anstiegs und nicht von der Höhe der Spitze des Lithiumspiegels (Schou, 1969).

Er ist überwiegend ein Lage- und Intentionstremor, der eine Frequenz von etwa 10 Schwingungen pro Sekunde aufweist, während der Parkinsontremor durch eine Frequenz von 5-6 Schwingungen pro Sekunde gekennzeichnet ist (Jung und Hassler, 1953).

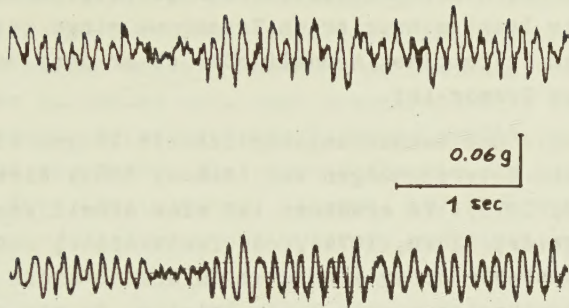


Abb. 1: Typisches Bild eines ungefilterten (Kanal 1) und gefilterten (Kanal 2, 4-25 Hz) Lithiumtremors, gemessen mit Beschleunigungsaufnehmer am Zeigefinger.
(Amplitudeneichung in $[g] \equiv [9.81 \text{ cm} \times \text{sec}^{-2}]$)

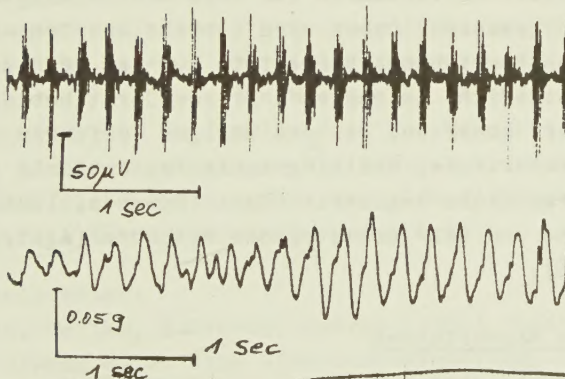


Abb. 2: Typisches Bild eines parkinsonoiden Tremors.
Kanal 1: Oberflächenelektromyogramm der dorsalen Unterarmmuskulatur
Kanal 2: Tremor des Zeigefingers, gemessen mit Beschleunigungsaufnehmer

Einige Autoren, wie zum Beispiel Fahn (1972), lassen offen, ob es sich beim lithiuminduzierten Tremor um einen betonten physiologischen Haltetremor handelt oder ob er ohne Beziehung zum normalen Tremor ist.

Über Ätiologie und Behandlungsmöglichkeit liegen bisher kaum systematische Untersuchungen vor (Schou, 1969; Kirk, Baastrup, Schou, 1972, 1973). Zu erwähnen ist eine Arbeit von Floru (Floru, Tegeler, Floru, 1974), der feststellte, daß vermutlich beim Lithiumtremor außer zentralen in erster Linie periphere Entstehungsmechanismen eine Rolle spielen, da ein rein peripher wirkender β -Rezeptorenblocker (Practolol) den Tremor günstig beeinflusste. Zu derselben positiven Beeinflussung des Tremors kamen auch Kirk und Baastrup (1973) mit Propanololbehandlung.

1.2 Verfahren zur Messung des Tremors

Die verschiedenen Komponenten des Tremors unterschiedlicher Pathogenese wurden bisher mit mannigfaltigen, mehr oder weniger komplizierten Verfahren als Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung gemessen. Dabei wird bereits aus dem Jahre 1896 von einer Tastvorrichtung berichtet, "um den Grad des Zitterns der Hand (Tatterich) zu messen". Dieses Gerät hat den Namen "Tatterometer" erhalten. Bei den übrigen Verfahren handelt es sich um vibratorische, oszillographische, optische (Heller, 1972) und graphische Registrierungen (Edwards, 1946), elektromyographische und akzelerometrische Methoden (Agate, Doshay, Curtis, 1956).

1. Indirekte Meßverfahren

Die gebräuchlichsten Methoden zur Quantifizierung der Tremorstärke arbeiten meist mit indirekten Meßverfahren, deren Prinzip darauf beruht, dem Patienten eine motorische Aufgabe zu stellen, bei deren Durchführung ein stärkerer Tremor hinderlich ist und zu einer verminderten Leistung führt.

Zu diesem Meßverfahren gehören apparative Methoden wie z.B. Lochschablonen, bei denen ein Griffel in verschiedenen große Löcher zu halten und ein Anstoßen an den Rand des Loches als Fehler zu zählen ist, oder standardisierte Tests, wie die Motorische Leistungsserie (Schoppe, 1974). Weiter werden graphische Papier-Bleistift-Tests wie z.B. der Hand-Dominanz-Test (Steingrüber, Lienert, 1971) verwendet, bei dem Linien nachgefahren und Quadrate punktiert werden müssen, um einen Anhaltspunkt über die Stärke des Tremors zu gewinnen.

2. Direkte Meßverfahren

Neben indirekten Meßmethoden wird seit langem eine direkte Registrierung des Tremors angestrebt. Dabei wird bei einer Reihe von Geräten die schwingende Zitterbewegung eines Körperteils als Tremorkurve registriert:

(1) Tremometer:

Seit einigen Jahren ist ein elektronisches Gerät auf dem deutschen Markt - das Tremometer Getra - Albrecht (München - Fabr. Nr. BN 01581) -, bei dem der Patient mit gestreckten Fingern einen zungenförmigen Hebel von unten leicht anhebt. Die Zitterbewegungen des Fingers werden auf die Meßzunge übertragen und vom Gerät registriert. Die Empfindlichkeit des Meßgerätes ist mit drei Stufen regulierbar. Die Meßzeit beträgt zehn Sekunden. Als Meßwert erhält man eine nichtdimensionierte Zahl, die der Tremorstärke entspricht.

(2) Potentiometer:

Chase, Cullen, Sullivan, Ommaya (1965) registrierten mit diesem Gerät eine Widerstandsänderung, die der Fingerbewegung in vertikaler Richtung proportional ist.

(3) Elektrodynamisches Meßgerät:

Herz und Nusselt (1973) benutzten eine beweglich gelagerte Drehspule innerhalb eines Magnetsystems. Wird das Gerät in der Querachse bewegt, erfolgt eine Aus-

lenkung der Spule, welche nach Bewegungsende wieder in die Mittellage zurückschwingt. Als Meßgröße dient die hierdurch in der Spule induzierte Spannung.

3. Direkte Meßverfahren mit Quantifizierung des Tremors in physikalischen Maßeinheiten

Bei einer anderen Reihe von Geräten erfolgt die Quantifizierung des Tremors in solchen physikalischen Einheiten, die eine direkte Beziehung zum Tremor haben, wie Weg (1a, 1b), Geschwindigkeit (2) und Beschleunigung (3).

(1a)Weg: Sälzer machte eine Reihe von Untersuchungen (1973, 1974), bei denen er den Tremor mit Hilfe eines Dehnungsmeßstreifen - Wegaufnehmers bestimmte. Dabei erfolgte die Amplitudenauswertung der Meßergebnisse mit einem Spannungs-Frequenz - Wandler und einem Zähler. Von der Spannung, die dem Tremorweg proportional ist, wird der Betrag gebildet und mit dem Spannungs - Frequenz - Wandler und dem Zähler die Fläche des Signals zur Nullachse bestimmt. Aus diesem Wert läßt sich die Tremoraktivität als ein Maß des mittleren Schwingungsweges angeben.

(1b) Weg: Die photographisch - filmanalytischen Untersuchungen (Holmes, 1939; Dierssen, Lorenc, Spitaleri, 1961; Heller, 1972) arbeiten mit 50 - 80 Bildern/sec, wobei auf die Ausleuchtung des Objektes besonderer Wert gelegt werden muß.

Die Frequenz eines Tremors kann nur durch das Auszählen jedes einzelnen Bildes festgehalten werden. Die Frequenzbestimmung zeigt auch gewisse Grenzen der Genauigkeit: Je nach der Bewegungsrichtung der Extremität werden Einzelausschläge der Akren oft abgeschnitten. Die Bewegungsfrequenz kann bei einzelnen Patienten mit starkem Ausschlag oft von der gleichen Größe sein wie bei Patienten mit kleinerem Ausschlag (Heller).

Die Amplitudengröße des Tremors wurde durch ein mitgefilmtes Zentimetermaßband leichter auswertbar. Rotatorische Momente bereiteten Schwierigkeiten, da sie filmtechnisch schwer zu erfassen waren.

(3) Beschleunigung: Die ersten akzelerometrischen Messungen wurden bereits von Wachs und Boshes (1961) und Marsh, Schmieden und Marshall (1963) beschrieben. Morgan, Hewer, Cooper (1972, 1973) entwickelten als erste einen Tremoraufnehmer, der beschleunigungsproportionale und eichbare Meßwerte lieferte (M.E.M., Electro Mechanism Ltd., Slough). Die Meßwerte werden in (g) = Erdbeschleunigung (9,81 m/sec) angegeben. Bei diesem Aufnehmer, mit einem Gewicht von 25 g und einer Größe von 3,0 x 2,1 x 1,1 cm kann eine Beeinflussung der Meßwerte nicht ausgeschlossen werden.

Der Tremoraufnehmer von Winkler und Young (1974) (Akzelerometer Grass SPA - 1) hat ein Gewicht von 2,5 g.

4. Tremorquantifizierung mit Registrierung der Frequenz

Die Quantifizierung des Tremors kann grundsätzlich nach drei Gesichtspunkten erfolgen; einmal nach der Stärke des Tremors, woraus eine Amplitudenmessung resultiert (= durchschnittlicher Wert / Zeiteinheit). Diese Art der Auswertung stand bei den bisher beschriebenen Meßmethoden im Vordergrund.

Zweitens kann eine Bestimmung der mittleren Frequenz pro Zeiteinheit (= Nulldurchgangsprinzip) durchgeführt werden, und drittens kann eine Frequenzanalyse (= Aufspaltung der Frequenz) zum Schwerpunkt der Auswertung gewählt werden.

Zahlreiche Autoren haben sich bei der Quantifizierung des Tremors mit einem akzelerometrischen Verfahren mit der Registrierung der Frequenz begnügt wie Cowell, Marsden und Owen (1965).

Mit einer Frequenzanalyse bestimmten Tyrer und Lader (1974) (Ether BLA 2 model, Pye Industries Ltd.) den Tremor.

5. Einfallsreiche Meßverfahren

Zum Schluß wären noch zwei Arbeiten zu nennen, die mehr durch Einfallsreichtum bestechen als durch Brauchbarkeit. Beim Infraton-Pulsabnehmer (Klaus, Finke, Fahlbusch, Bach-

hausen, 1974) erfolgt die Tremormessung mit Hilfe eines Pulsabnehmers, der aus elastischen deformierbaren Kondensatoren besteht und auf eine Formänderung mit Kapazitätsänderungen reagiert. Der mit Gummibändern an der Fingerspitze aufgehängte Pulsabnehmer kann mechanische Beschleunigung in elektrische Energie umsetzen.

Ebenso einfallsfreudig ist eine Methode von Blomberg (1966), bei der am Handrücken ein Magnet befestigt wird, und am Unterarm eine elektrische Spule. Bewegungen des Magneten induzieren elektrische Ströme in der Spule, die von einem Elektrokardiogramm aufgezeichnet werden.

Zahlreiche Untersuchungen befassen sich mit dem Elektromyogramm, mit dessen Hilfe vor allem Parkinsontremor gemessen wird (Steinbrecher, 1961, 1965, 1973). Dieses Meßverfahren eignet sich jedoch nicht für die Erfassung des feinschlägigen Tremors.

1.3 Fragestellung

Die meisten dieser genannten Verfahren sind für die Objektivierung des Tremors nicht gleichermaßen geeignet (Floru, 1971; Steingrüber, Lienert, 1971). Sie sind teils zu kompliziert und erfordern einen hohen Zeit- und Kostenaufwand, wie die photographisch-filmanalytischen Untersuchungen (Holmes, 1939; Dierssen, Lorenc, Spitaleri, 1961; Heller, 1972) oder die Methoden, die auf dem elektrodynamischen Prinzip beruhen (Herz, Nusselt, 1973).

Am häufigsten wird von den indirekten nicht dimensionierten Methoden Gebrauch gemacht, da sie einfach in ihrer Anwendungsart, im Kauf billig und jederzeit zur Hand sind, wie z.B. von Lochschablonen, der Motorischen Leistungsserie (Schoppe, 1974) und von Papier-Bleistift-Tests. Auch das Tremometer kann auf sehr einfache Art und Weise bedient und benutzt werden.

Dabei darf ein bedeutender Nachteil dieser Geräte nicht übersehen werden, nämlich, daß diese Geräte den Tremor indirekt messen, wobei wichtige, die Messung beeinflussende Faktoren nicht ausgeschlossen werden können, wie unterschiedliche individuelle Begabung für die Erfassung und Anpassung an die Versuchssituation, unterschiedliche manuelle Geschicklichkeit und eine nicht bekannte oder verschwiegene Sehschwäche.

Die übrigen vorgestellten Geräte, die hauptsächlich mit einem akzelerometrischen Sensor arbeiten (Sälzer, Morgan, Winkler (1974)) haben eine direkte Messung der Tremoraktivität in physikalischen Maßeinheiten wie Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung erreicht; die Untersuchungen jedoch wurden entweder in einem kleinen Rahmen durchgeführt oder die Meßwerte waren nicht eichbar oder wurden nicht geeicht.

Der größte Nachteil aber bei diesen Geräten ist, daß die Sensoren teils nicht kommerziell erhältlich und zu stör anfällig sind, zum anderen die Versuchsanordnung mit einem Elektroencephalogramm, Analogrechner und einem Computer für den routinemäßigen Allgemeingebrauch zu kostspielig ist. Die Sensoren sind zum Teil auch zu groß und zu schwer.

Seit kurzem gibt es auf dem Elektronikmarkt einen piezoelektronischen Miniatraufnehmer (Kulite Semiductors GY 125 - 50) mit einer Größe von $3.3 \times 3.5 \times 7.6$ mm und einem Gewicht von 0.25 g. Dieser Meßaufnehmer sollte in ein Programm mit den herkömmlichen Methoden eingebaut werden. Wir untersuchten Patienten unter Lithiumdauertherapie mit und ohne subjektiv festgestellten Tremor.

Dabei sollte

- (1) die Zuverlässigkeit der einzelnen Meßverfahren geprüft werden,
- (2) durch Vergleich die Ähnlichkeit der Meßmethoden aufgezeigt werden. Es interessierte in diesem Zusammenhang vor allem, ob bei den gleichen Tests auch dasselbe gemessen wurde. Der Tremor ändert sich sehr leicht bei verschiedenen physischen oder psychischen Konstellationen.

Schließlich sollten

(3) durch die Messung Lerneffekte erfaßt werden.

Anpassung und Gewöhnung können eine Verfälschung der Meßergebnisse bewirken.

2. Methodik

2.1 Apparate

Von den bisher am häufigsten verwendeten Meßmethoden wählten wir die zuverlässigsten und am besten standardisierten aus:

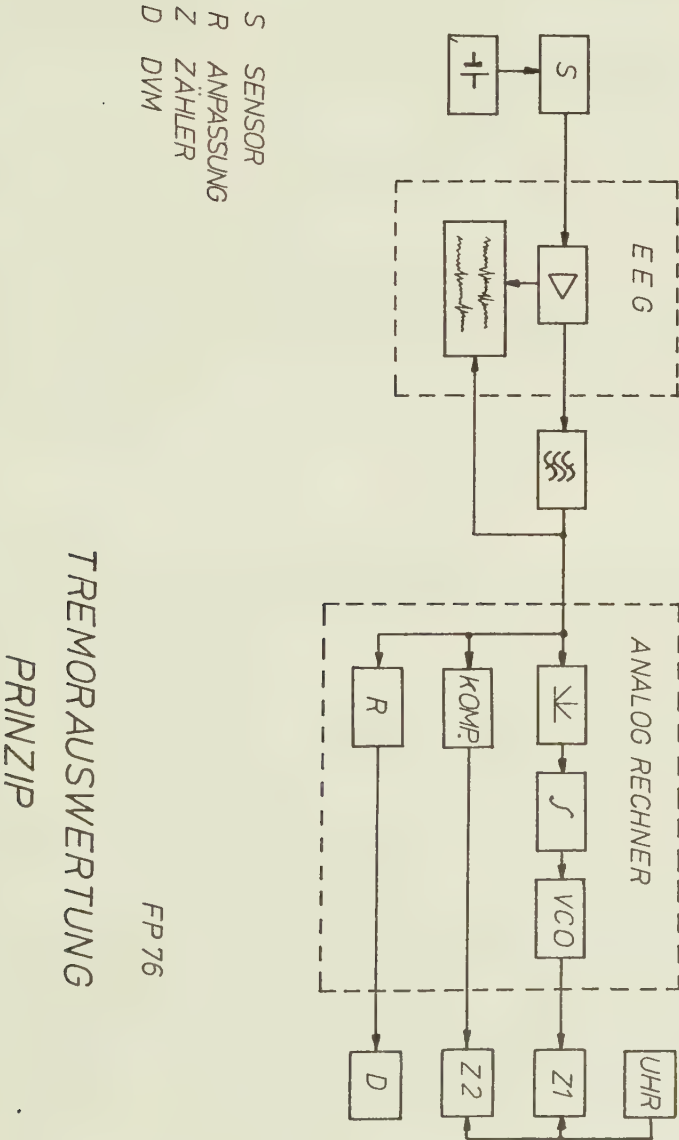
1. Motorische Leistungsserie (Schoppe, 1974)
2. Hand - Dominanz - Test (Steingrüber & Lienert, 1971)
3. Selbstbeurteilungsbogen (siehe Anhang, Tabelle 3)
4. Lochschablone (dies ist eine 20 cm lange und 6 cm breite Schablone mit 19 Löchern verschiedenen Durchmessers von 100 mm bis 1 mm. Das Anstoßen an den Rand des Loches mit einem Griffel wird elektronisch gezählt)
5. Tremometer (Fa. Getra München, BN 01581)
6. Piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer (Fa. Kulite Semiductors, USA, GY 125 - 50).

Das Prinzip der Tremorauswertung ist aus Abb. 3 ersichtlich.

Da die manuelle Auswertung eines sich so rasch ändernden Signals sehr schwierig ist, wurde das nachfolgend beschriebene Rechnerprogramm entwickelt. Das Programm vereinfacht die Auswertung soweit, daß nur noch drei Zählerstände abgelesen und die Meßergebnisse mit einem Diagramm in Beschleunigungswerte verwandelt werden müssen.

Als Sensor dient ein miniaturisierter Beschleunigungsaufnehmer (Fa. Kulite Semiductors, USA, Typ GY 125 - 50). Das aktive Element ist ein winziger piezoelektrischer Halbleiter in Vollbrückenschaltung. Das Meßsignal wird mit einem EEG - Gerät ver-

Abb. 3: Prinzip - Schaltbild der Tremorquantifizierung



stärkt. Danach erfolgt eine Herausfilterung des Frequenzbandes von 4 - 25 Hz in einem Analogfilter. Zur Kontrolle und Dokumentation werden beide Signale, Originalsignal und gefiltertes Signal, aufgezeichnet. Nach dem Filter gelangt das Signal in den Analogrechner und verzweigt sich in drei Programmteile:

- (a) Mittelwert der Amplitude des Signals in μV als Maß für die Beschleunigung (Ausgabe auf Zähler Z1)
- (b) Mittelwert der Frequenz in Hz (Ausgabe auf Zähler Z2)
- (c) Momentanwert der Frequenz in Hz.

Dieser Wert wird auf dem Digitalvoltmeter D ausgegeben.

Das Programm des Analogrechners wurde auf einem externen Programmfeld gesteckt und kann mit einem Handgriff ausgetauscht werden. Zur leichteren Bedienung wurden sämtliche Potentiometer durch festeingestellte 10 - Gang - Trimmer ersetzt, die fest auf dem Programmfeld angebracht sind. Das Analogrechnerprogramm ist aus dem beiliegenden Schaltplan, Anhang, Tabelle 2, ersichtlich.

2.2 Beschreibung der Patienten - Stichproben

Es wurden 43 Patienten aus dem manisch-depressiven Formenkreis untersucht. Sie rekrutierten größtenteils aus der Lithiumambulanz der Nervenklinik, die wöchentlich einmal durchgeführt wird, und von den einzelnen Stationen derselben Klinik. Dabei achtete man darauf, daß die Versuchspersonen (Vpn) sich in einem krankheitsfreien Intervall befanden und keine zusätzlichen, den Tremor beeinflussenden Medikamente zu sich nahmen. Die Lithiummedikation bestand schon länger, und setzte sich zusammen aus Lithiumkarbonat, Lithiumacetat, Lithiumcitrat. Der Lithiumspiegel schwankte zwischen 0,7 und 1,3 mval/l. Die Vpn stammen aus dem Münchner Raum; davon waren 21 Frauen und 22 Männer zwischen 17 und 71 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug 39,9 Jahre.

Jede Versuchsperson nahm an vier Messungen teil, die an zwei Untersuchungsterminen stattfanden, die ein bis acht Tage auseinanderlagen, je zwei Mal unmittelbar nacheinander.

Zur besseren Erfassung der Lerneffekte strebten wir anfangs eine viermalige Einbestellung an, die sich aber als undurchführbar erwies, da die Patienten die Zeit und die Geduld dazu nicht aufbringen wollten.

Jede der Messungen dauerte 30 Minuten; die von einer Person aufgewandte Zeit betrug also 120 Minuten. Die Tageszeit war meist der Nachmittag, doch wir legten Wert darauf, daß die erste und zweite Messungsperiode zur selben Tageszeit durchgeführt wurde. Dies war notwendig, da der Lithiumspiegel nach Einnahme des Medikaments beträchtlich ansteigt und ebenso die Tremorausschläge, wie auch der Tremor zu bestimmten Tageszeiten nicht konstant bleibt.

2.3 Versuchsdurchführung

Ein Teil der Durchführung der Experimente fand in einem Nebenraum des Labors statt, der andere in einer sehr ruhigen Kabine, die vom Kontrollraum ausreichend schallisoliert war.

Zunächst wurden im Nebenraum die Tests mit der Motorischen Leistungsserie (Schoppe, 1974) durchgeführt, anschließend ein Hand - Dominanz - Test (Steingrüber & Lienert, 1971) und ein Selbstbeurteilungsbogen, dann die Tests in der Kabine. Schließlich wiederholte sich das ganze ein zweites Mal.

Die Durchführung der Meßperioden begann

1. mit der Motorischen Leistungsserie (Schoppe, 1974)

Wir wählten einige Untersuchungen aus dieser Serie aus, um einer physischen und psychischen Ermüdung der Patienten vorzubeugen. Es wurden solche ausgeschlossen, bei denen von vorneherein hohe Korrelationen erwartet wurden. Die Versuchsperson führte mit der Hand die Bewegung frei aus; die

unbenutzte Hand lag frei und ruhig mit dem Handballen neben dem Versuchsgerät. Der Oberkörper blieb in der vorgegebenen Haltung, ohne sich zu drehen oder sich am Tisch anzulehnen. (Weitere Instruktionen sind aus Tabelle 1, Anhang, zu entnehmen.)

Mit einem Griffel, den der Patient wie einen Bleistift in der Hand hielt, mußte er verschiedene motorische Leistungen ausführen. Beim Test Steadiness sollte die Versuchsperson den Griffel für eine halbe Minute in Löcher verschiedenen Durchmessers halten, ohne anzustoßen. Als Testwerte dienten Dauer und Anzahl des Anstoßes. Der Test wurde beidhändig durchgeführt (Durchmesser 20, 13, 8.5, 5.8, 4.8 mm).

Bei der folgenden Aufgabe sollte der Patient möglichst schnell und genau eine Linie durchfahren oder Quadrate punktieren. Es wurden Zeit, Gesamtzeit und Anzahl der Anstöße gezählt. Die Übung wurde ebenfalls beidhändig durchgeführt. Dabei sollten Zielgenauigkeit bei einer intentionalen Bewegung und sensomotorische Koordination geprüft werden.

Zum Schluß wurde der Patient aufgefordert, mit einem Griffel einem kreisenden Licht zu folgen. Es wurden Dauer und Anzahl der Überschreitungen gezählt. Dabei sollte wiederum die intentionale Bewegung und die Reaktionsgeschwindigkeit geprüft werden.

2. Hand - Dominanz - Test (Steingrüber & Lienert, 1971)

Dies ist ein Papier - Bleistift - Test, bei dem zwei Übungen von der Versuchsperson auszuführen sind. Dabei versucht die Vpn über eine halbe Minute eine Spur nachzuzeichnen (Spurrennachzeichnen) oder in derselben Zeit Quadrate zu punktieren (Quadratepunktieren). Das Passieren der Begrenzungslinien wurde als Fehler gezählt. Bei den Quadraten wurden die nicht punktierten als Fehler gezählt. Diese beiden Übungen konnten gut mit Liniennachfahren und Quadratepunktieren von der Motorischen Leistungsserie verglichen werden.

3. Selbstbeurteilungsbogen

Tabelle 3, Anhang, zeigt einen Selbstbeurteilungsbogen. Darin sollte die Versuchsperson verschiedene Schweregrade des Zittern auf bestimmte Fragen hin angeben, wie zum Beispiel beim Hochheben einer Tasse oder beim Lesen der Zeitung oder beim Deuten auf einen Gegenstand. Wichtig war auch eine Antwort darauf, ob das Zittern stören würde, um einen Hinweis zu erhalten, ob und wie das Zittern beeinflusst werden konnte.

4. Lochschablone

Nach diesem ersten Teil der Prüfung begab sich die Versuchsperson in eine schalldichte Kabine. Versuchsperson und Versuchsleiter konnten sich über eine Lautsprecheranlage unterhalten; der Versuchsleiter konnte die Bewegungen der Vpn über einen Monitor verfolgen, und wenn es nötig war, korrigieren.

Der Patient setzte sich an den Untersuchungstisch, ohne sich anzulehnen und führte die Übung an einer Lochschablone aus. Das Gerät war 10 Zentimeter von der Tischkante entfernt. Der Patient wurde angeleitet, die Nadelspitze des Bleistifts, die 1 mm Durchmesser und 30 mm Länge hatte, für ca. 20 Sekunden in die verschiedenen Löcher der Lochschablone zu stecken. Die Löcher hatten Durchmesser von 9.2, 7.0, 5.0 und 3.0 mm. Dabei wurde die Anzahl der Berührungen über 10 Sekunden elektronisch berechnet.

5. Tremometer

Nach dieser Übung sollten die Patienten die Übung am Tremometer, einem Akzelerometer, ausführen. Der Patient saß mit angewinkeltem Arm vor dem Gerät und versuchte mit ausgestreckten Fingern die rote Lasche des Gerätes mit dem Rücken des Mittelfingers über eine vorgezeichnete schwarze Linie zu halten. Es wurde ein Impuls ausgelöst, wenn die schwarze Linie unterschritten wurde. Die Meßzeit betrug 10 Sekunden.

6. Piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer

Zum Schluß wurde noch eine Übung mit dem piezoelektrischen Aufnehmer alleine durchgeführt. Die Versuchsperson hielt im Stehen den rechten Arm und die Finger waagrecht gestreckt. Dabei sollten die maximalen Ausschläge erfaßt werden. Die Meßzeit betrug ebenfalls 10 Sekunden.

Während der letzten drei Untersuchungsschritte, also bei der Übung mit der Lochschablone und mit dem Tremometer, war der piezoelektrische Tremoraufnehmer an der Mittelphalange des Zeigefingers der rechten Hand befestigt. Vom Sensor ging das Tremorsignal über einen gefilterten und ungefilterten Kanal in den Monitor und wurde auf einem Elektroencephalogramm-Gerät mitgeschrieben. Je nach Tremorstärke wurde die Empfindlichkeit so gewählt, daß das Verstärkersignal sich innerhalb des Schreibbereichs befand. Nach der richtigen Einstellung wurde der Versuch gestartet. Amplitude und Frequenz sowie Anzahl der Fehler konnte auf dem Analogrechner abgelesen werden.

3. Ergebnisse

3.1 Arbeitsgang und Aufteilung der Daten

Zunächst wurden von allen Variablen Histogramme berechnet. Diese enthielten von jeder Variablen Mittelwert, Standardabweichung, Schiefe und Excess. Es zeigte sich, daß bei vielen Variablen eine extrem schiefe Verteilung vorlag, wie zum Beispiel bei der Motorischen Leistungsserie (Schoppe, 1974) in Übung Steadiness bei dem Loch mit dem größten Durchmesser, bei dem 90 % der Patienten keine Fehler gemacht hatten. Deshalb wurden die Variablen, die eine schiefe Verteilung lieferten, nach folgenden Regeln transformiert.

- (1) Wenn die Verteilungsform der Variablen gut war, das heißt, wenn sie sich hinsichtlich der Schiefe nicht signifikant von der Normalverteilung (Programm NRMP; Gebhardt, 1966) unterschied, wurde sie nicht transformiert,
- (2) wenn auf einem Extremwert mehr als 25 % der Daten lagen, wurde dichotomisiert,
- (3) wenn nach der Dichotomisierung der Verhältnis von 75 : 25 % überschritten war, wurde auch diese Variable weggelassen, und
- (4) wenn (1) und (2) nicht erfüllt waren, wurde durch eine geeignete Transformation nach Box & Cox (1964) die Schiefe korrigiert.

Tabelle 1 zeigt das komplette Verzeichnis der Variablen. Jede Variable bekommt im folgenden ein Kürzel, das aus der Tabelle abzulesen ist.

Es fielen nach der Transformation nach Box & Cox und nach Dichotomisierung noch einmal 7 Variablen heraus und zwar folgende:

Steadiness Loch 1 mit Durchmesser 20 mm; Loch 3 mit 13 mm (rechts) und Lochschablone Loch 3 mit 9.2 mm Durchmesser.

Bei diesen Variablen lagen mehr als 75 % der Daten auf einem Wert.

Tabelle 1: Verzeichnis der verwendeten Variablen

Variable Nr.	Kürzel	Erklärung
1	A	Alter in Jahren
2	HDT - SN - R	Hand-Dominanz-Test: Spurennachzeichnen rechts
3	HDT - SN - L	Hand-Dominanz-Test: Spurennachzeichnen links
4	HDT - SN - F - R	Hand-Dominanz-Test: Spurennachzeichnen Fehler rechts
5	HDT - SN - F - L	Hand-Dominanz-Test: Spurennachzeichnen Fehler links
6	HDT - QR - R	Hand-Dominanz-Test: Quadratepunktieren rechts
7	HDT - QR - L	Hand-Dominanz-Test: Quadratepunktieren links
8	FB 1	Fragebogen Gesamtwert 1 (Tremorinzidenz)
9	FB 2	Fragebogen Gesamtwert 2 (Belästigung durch Tremor)
10	ST - L1 - F - L	Steadiness Loch 1 Fehlerzahl links (20 mm Ø)
11	ST - L1 - FD - L	Steadiness Loch 1 Fehlerdauer links (20 mm Ø)
12	ST - L1 - F - R	Steadiness Loch 1 Fehlerzahl rechts (20 mm Ø)
13	ST - L1 - FD - R	Steadiness Loch 1 Fehlerdauer rechts (20 mm Ø)
14	ST - L3 - F - L	Steadiness Loch 3 Fehler links (13 mm Ø)
15	ST - L3 - FD - L	Steadiness Loch 3 Fehlerdauer links (13 mm Ø)
16	ST - L3 - F - R	Steadiness Loch 3 Fehler rechts (13 mm Ø)
17	ST - L3 - FD - R	Steadiness Loch 3 Fehlerdauer rechts (13 mm Ø)
18	ST - L5 - F - L	Steadiness Loch 5 Fehler links (8,5 mm Ø)
19	ST - L5 - FD - L	Steadiness Loch 5 Fehlerdauer links (8,5 mm Ø)
20	ST - L5 - F - R	Steadiness Loch 5 Fehler rechts (8,5 mm Ø)
21	ST - L5 - FD - R	Steadiness Loch 5 Fehlerdauer rechts (8,5 mm Ø)
22	ST - L7 - F - L	Steadiness Loch 7 Fehler links (5,8 mm Ø)
23	ST - L7 - FD - L	Steadiness Loch 7 Fehlerdauer links (5,8 mm Ø)
24	ST - L7 - F - R	Steadiness Loch 7 Fehler rechts (5,8 mm Ø)
25	ST - L7 - FD - R	Steadiness Loch 7 Fehlerdauer rechts (5,8 mm Ø)
26	ST - L8 - F - L	Steadiness Loch 8 Fehler links (4,8 mm Ø)
27	ST - L8 - FD - L	Steadiness Loch 8 Fehlerdauer links (4,8 mm Ø)
28	ST - L8 - F - R	Steadiness Loch 8 Fehler rechts (4,8 mm Ø)
29	ST - L8 - FD - R	Steadiness Loch 8 Fehlerdauer rechts (4,8 mm Ø)
30	LI - F - R	Linienachfahren Fehlerzahl rechts
31	LI - FD - R	Linienachfahren Fehlerdauer rechts
32	LI - GZ - R	Linienachfahren Gesamtzeit rechts
33	LI - F - L	Linienachfahren Fehlerzahl links
34	LI - FD - L	Linienachfahren Fehlerdauer links
35	LI - GZ - L	Linienachfahren Gesamtzeit links
36	AE - F - R	Aiming einhändig Fehlerzahl rechts
37	AE - FD - R	Aiming einhändig Fehlerdauer rechts
38	AE - T - R	Aiming einhändig Trefferzahl rechts
39	AE - GZ - R	Aiming einhändig Gesamtzeit rechts
40	AE - F - L	Aiming einhändig Fehlerzahl links
41	AE - FD - L	Aiming einhändig Fehlerdauer links
42	AE - T - L	Aiming einhändig Trefferzahl links
43	AE - GZ - L	Aiming einhändig Gesamtzeit links

Fortsetzung Tabelle 1

Variable Nr.	Kürzel	Erklärung
44	AB - T - L	Aiming beidhändig Trefferzahl links
45	AB - F - L	Aiming beidhändig Fehlerzahl links
46	AB - T - R	Aiming beidhändig Trefferzahl rechts
47	AB - F - R	Aiming beidhändig Fehlerzahl rechts
48	PR - F1 - R	Pursuit Rotor Fehlerzahl 1. Hälfte rechts
49	PR - FD1 - R	Pursuit Rotor Fehlerdauer 1. Hälfte rechts
50	PR - F2 - R	Pursuit Rotor Fehlerzahl 2. Hälfte rechts
51	PR - FD2 - R	Pursuit Rotor Fehlerdauer 2. Hälfte rechts
52	PR - F1 - L	Pursuit Rotor Fehlerzahl 1. Hälfte links
53	PR - FD1 - L	Pursuit Rotor Fehlerdauer 1. Hälfte links
54	PR - F2 - L	Pursuit Rotor Fehlerzahl 2. Hälfte links
55	PR - FD2 - L	Pursuit Rotor Fehlerdauer 2. Hälfte links
56	G3 - F - R	Lochschablone Loch 3 (9,2 mmØ) Fehlerzahl rechts
57	G7 - F - R	Lochschablone Loch 7 (7,0 mmØ) Fehlerzahl rechts
58	G11 - F - R	Lochschablone Loch 11 (5,2 mmØ) Fehlerzahl rechts
59	G15 - F - R	Lochschablone Loch 15 (3,0 mmØ) Fehlerzahl rechts
60	TA 3 - R	Tremoramplitude während Messg. in Loch 3 (9,2 mmØ) rechts
61	TA 7 - R	Tremoramplitude während Messg. in Loch 7 (7,0 mmØ) rechts
62	TA 11 - R	Tremoramplitude während Messg. in Loch 11 (5,2 mmØ) rechts
63	TA 15 - R	Tremoramplitude während Messg. in Loch 15 (3,0 mmØ) rechts
64	TF 3 - R	Tremorfrequenz während Messg. in Loch 3 (9,2 mmØ) rechts
65	TF 7 - R	Tremorfrequenz während Messg. in Loch 7 (7,0 mmØ) rechts
66	TF 11 - R	Tremorfrequenz während Messg. in Loch 11 (5,2 mmØ) rechts
67	TF 15 - R	Tremorfrequenz während Messg. in Loch 15 (3,0 mmØ) rechts
68	TRM - F - R	Tremometer Fehlerzahl rechts
69	TA - TRM - R	Tremoramplitude rechts während Tremometermessung
70	TF - TRM - R	Tremorfrequenz rechts während Tremometermessung
71	TRM - F - L	Tremometer Fehlerzahl links
72	TA - TRM - L	Tremoramplitude links während Tremometermessung
73	TF - TRM - L	Tremorfrequenz links während Tremometermessung
74	TA - ST - R	Tremoramplitude Stehen rechts
75	TF - ST - R	Tremorfrequenz Stehen rechts

Bei 12 Variablen war die Verteilung so gut, daß sie belassen werden konnte.

Bei 19 erfolgte eine Dichotomisierung (AE, AB, G7 und 11) und bei 37 kam es zu einer Transformation nach Box & Cox.

Tabelle 2 zeigt die genaue Aufschlüsselung der Variablen.

Die schematische Zusammenfassung der Aufteilung der Variablen zeigt Abb. 4:

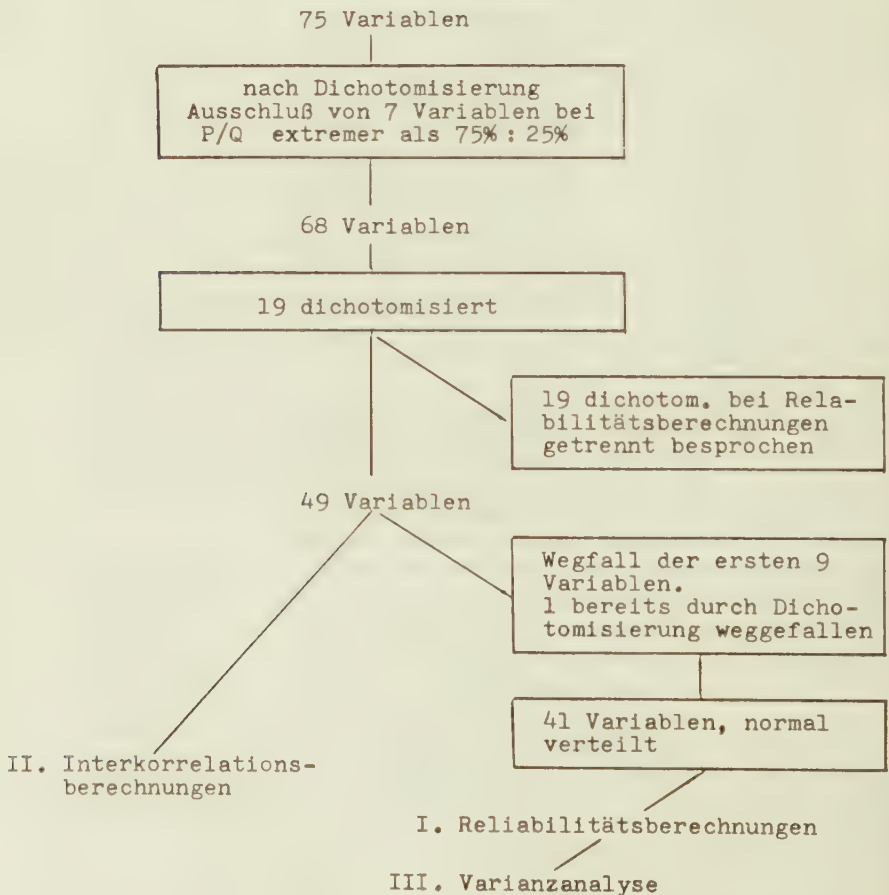


Tabelle 2: Aufschlüsselung der Variablen

Kürzel	Originaldaten			Transformation nach Box				Mediandichotomisierung			Entscheidg.
	Schiefe	ST 3	Exzess	ST 4	λ	Exzess	ST 4	Median	P	Q	
A	0,06	0,18	2,14	-1,15							(0)
HDT-SN-R	0,01	0,03	2,19	-1,06							(0)
HDT-SN-L	-0,02	0,05	1,84	-1,63							(0)
HDT-SN-F-R	1,89	5,43	5,99	4,97	-0,0057	2,59	-0,43				(B)
HDT-SN-F-L	1,09	3,13	3,74	1,39	0,30	2,54	-0,52				(B)
HDT-QR-R	0,07	0,21	2,11	-1,19							(0)
HDT-QR-L	0,07	0,21	2,32	-0,86							(0)
FB-1	0,95	2,74	2,80	-0,10	0,24	2,10	-1,22	0,4	53,5	46,5	(B)
FB-2	1,53	4,38	4,42	2,48							(D)
ST-L1-F-L	3,84	20,90	18,00	42,03				0,08	86,6	13,4	(A)
ST-L1-FD-L	3,59	19,57	16,22	37,06				0,07	87,8	12,2	(A)
ST-L1-F-R	6,11	33,31	43,14	> 99				0,03	94,8	5,2	(A)
ST-L1-FD-R	5,42	29,51	32,22	84,60				0,02	95,4	4,7	(A)
ST-L3-F-L	9,16	49,88	> 99	> 99				0,2	71,5	28,5	(D)
ST-L3-FD-L	10,24	55,80	> 99	> 99				0,2	73,8	26,2	(D)
ST-L3-F-R	4,23	23,07	23,44	57,25				0,1	83,1	16,9	(A)
ST-L3-FD-R	3,75	20,41	17,11	39,54				0,09	85,5	14,5	(A)
ST-L5-F-L	4,96	27,00	29,84	75,13				0,6	48,3	51,7	(D)
ST-L5-FD-L	6,20	33,76	42,75	> 99				0,43	53,5	46,5	(D)
ST-L5-F-R	3,73	20,31	18,92	44,62				0,4	57,6	42,4	(D)
ST-L5-FD-R	5,38	29,29	42,08	> 99				0,3	61,1	38,9	(D)

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Kürzel	Originaldaten			Transformation nach Box				Mediandichotomisierung			Entscheidg.
	Schiefe	ST 3	Exzess	ST 4	λ	Exzess	ST 4	Median	P	Q	
ST-L7-F-L	2,23	12,15	8,94	16,71	0,14	2,17	-2,22				(B)
ST-L7-FD-L	4,27	23,27	21,83	52,74	-0,11	2,39	-1,61				(B)
ST-L7-F-R	2,72	14,81	12,62	27,00	0,04	2,12	-2,37				(B)
ST-L7-FD-R	3,39	18,47	15,32	34,55	-0,08	2,12	-2,37				(B)
ST-L8-F-L	1,01	5,52	5,25	0,79	0,30	2,09	-2,44				(B)
ST-L8-FD-L	2,13	11,61	7,27	12,03	0,08	2,36	-1,71				(B)
ST-L8-F-R	1,21	6,60	4,24	3,55	0,3	2,30	-1,86				(B)
ST-L8-FD-R	2,27	12,35	8,07	14,27	0,13	2,65	-0,88				(B)
LI-F-R	0,75	4,06	3,61	1,81	0,3	2,95	-0,05				(B)
LI-FD-R	1,77	9,63	7,98	14,02	0,04	3,34	1,04				(B)
LI-GZ-R	1,83	9,99	7,93	13,97	0,03	2,82	-0,41				(B)
LI-F-L	1,68	9,15	8,91	16,63	0,3	4,59	4,55				(B)
LI-FD-L	1,96	10,65	8,39	15,18	0,13	3,66	1,94				(B)
LI-GZ-L	1,52	8,27	5,20	6,26	0,05	2,89	-0,22				(B)
AE-F-R	2,60	14,17	10,58	21,28				0,3	59,3	40,7	(D)
AE-FD-R	4,59	25,01	30,01	75,60				0,18	73,8	26,2	(D)
AE-T-R	-2,20	11,97	8,62	15,82				19,68	39,0	61,1	(D)
AE-GZ-R	1,21	6,60	5,03	5,76	0,8	2,91	-0,15				(B)
AE-F-L	2,90	15,78	12,58	26,87				0,4	53,5	46,5	(D)
AE-FD-L	3,91	21,33	20,19	48,15				0,3	61,6	38,4	(D)

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Kürzel	Originaldaten			Transformation nach Box				Mediandichotomisierung			Entscheidg.
	Schiefe	ST 3	Exzess	ST 4	λ	Exzess	ST 4	Median	P	Q	
AE-T-L	-4,20	22,87	24,21	59,40				19,8	31,4	68,6	(D)
AE-GZ-L	1,09	5,95	4,52	4,35	-0,58	3,05	0,22				(B)
AB-T-L	-2,82	15,37	13,56	29,61				19,6	43,0	57,0	(D)
AB-F-L	1,55	8,46	4,90	5,40				1,4	51,2	48,8	(D)
AB-T-R	-1,61	8,80	5,72	7,70				19,0	40,7	59,3	(D)
AB-F-R	1,54	8,41	4,81	5,16				1,8	45,9	54,1	(D)
PR-F1-R	0,62	3,38	2,98	0,05	0,47	2,64	-0,91				(B)
PR-FD1-R	1,55	8,42	2,98	0,05	0,1	2,68	-0,78				(B)
PR-F2-R	0,41	2,21	2,60	-1,02	0,6	2,46	-1,42				(B)
PR-FD2-R	1,33	7,23	2,60	-1,02	0,3	2,54	-1,19				(B)
PR-F1-L	0,23	1,26	2,36	-1,69							(O)
PR-FD1-L	0,95	5,20	3,94	2,73	0,4	2,31	-1,84				(B)
PR-F2-L	0,49	2,65	3,06	0,27	0,6	2,55	-1,15				(B)
PR-FD2-L	0,92	5,02	3,06	0,27	0,4	2,20	-2,14				(B)
G3-F-R	5,57	30,35	35,96	92,24				0,069	87,8	12,2	(A)
G7-F-R	3,03	16,52	14,79	33,06				0,2	67,4	32,6	(D)
G11-F-R	2,21	12,05	8,53	15,56				2,7	48,3	51,7	(D)
G15-F-R	0,92	5,02	3,42	1,27	0,4	2,51	-1,26				(B)
TA3-R	1,39	7,55	3,42	1,27	0,2	2,54	-1,18				(B)

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Kürzel	Originaldaten			Transformation nach Box				Mediandichotomisierung			Entscheidg.
	Schiefe	ST 3	Exzess	ST 4	λ	Exzess	ST 4	Median	P	Q	
TA7-R	1,21	6,56	3,74	2,18	-0,15	2,44	-1,47				(B)
TA11-R	1,29	7,01	4,55	4,44	-0,09	2,43	-1,49				(B)
TA15-R	1,04	5,64	3,55	1,62	0,02	2,44	-1,47				(B)
TF3-R	0,32	1,75	2,33	-1,78							(O)
TF7-R	0,32	1,76	2,46	-1,42							(O)
TF11-R	0,45	2,45	2,44	-1,48	-0,07	2,29	-1,88				(B)
TF15-R	0,17	0,93	1,95	-2,84							(O)
TRM-F-R	3,04	16,56	13,80	30,30	-0,14	1,9	-2,98				(B)
TRM-TA-R	1,06	5,79	3,55	1,62	0,09	2,69	-0,77				(B)
TRM-TF-R	0,13	0,71	2,42	-1,54							(O)
TRM-F-L	2,32	12,99	8,59	15,73	-0,15	1,99	-2,72				(B)
TRM-TA-L	1,85	10,07	8,25	14,72	0,07	3,14	0,44				(B)
TRM-TF-L	0,04	0,20	2,22	-2,08							(O)
TA-ST-R	1,30	7,08	4,55	4,43	-0,2	2,61	-0,93				(B)
TF-ST-R	0,30	1,61	2,40	-1,59							(O)

(O) = unverändert (D) = Dichotomisierung

(B) = Box Transformation (A) = Ausschluß

3.2 Zuverlässigkeit verschiedener Meßmethoden

Für die Berechnung der Zuverlässigkeit einzelner Meßverfahren fielen die ersten neun Variablen weg (Alter, HDT - SN - R und - L, HDT - QP - R und - L, Fragebogen 1 und 2), da sie nur einmal erfaßt wurden. Das Bestreben war zunächst, einen Aufschluß über die Zuverlässigkeit eines bestimmten Verfahrens zu gewinnen.

Dabei sollte die Höhe der Übereinstimmung von zwei vergleichbaren Messungen in ein und demselben Meßverfahren errechnet werden. Aus diesem Grund wurden die Produkt - Moment - Korrelationskoeffizienten (r) von der 1. und 2. Messung (r_{12}) und der 3. und 4. Messung (r_{34}) ermittelt, wobei (r) als der gebräuchlichste Schätzer für den Grad des Zusammenhangs gilt.

Auf diese Art und Weise wurde bei der Ermittlung der mittelfristigen Korrelationen (8 Tage Abstand jeweils zwischen diesen Messungen) vorgegangen und erhielt (r_{13}) und (r_{24}).

Tabelle 4, Anhang gibt alle einzelnen Korrelationskoeffizienten wieder.

1. Zuverlässigkeit der Tremor - Amplitude

Tabelle 3 zeigt, daß der kurzfristige Reliabilitätskoeffizient der Tremoramplitude im Stehen 0.91 beträgt. Dieser Wert ist als hoch anzusehen. Selbst die mittelfristige Reliabilität beträgt noch 0.83.

Als mittlere kurzfristige Reliabilität wurde bei verschiedener Körperhaltung und Aufgabenstellung 0.87 errechnet, wobei der niedrigste Wert nur 0.83 und der höchste 0.91 ist. Die mittlere mittelfristige Reliabilität beträgt immer noch 0.80 und zeigt eine Streubreite von 0.73 bis 0.84.

Bei rechter und linker Hand bestehen hinsichtlich der Reliabilität keine Unterschiede.

Tabelle 3: Reliabilitätskoeffizienten der direkten Tremor-amplituden- und Tremorfrequenzmessungen

Körperhaltung	Variable	$\bar{r}_{\text{kurzfristig}}$	$\bar{r}_{\text{mittelfristig}}$
stehend, mit ausgestrecktem Arm und ausge- streckten Fin- gern	Amplitude TA - ST	0.91	0.83
	Frequenz TF - ST	0.76	0.56
sitzend, mit ausgestrecktem Arm und ausge- streckten Fin- gern	Amplitude TA - TRM - R	0.86	0.76
	TA - TRM - L	0.90	0.81
	Frequenz TF - TRM - R	0.77	0.39
	TF - TRM - L	0.74	0.48
sitzend, mit angewinkeltem Arm und Griff- fel	Amplitude TA - 3 - R	0.83	0.73
	TA - 7	0.86	0.79
	TA - 11	0.88	0.84
	TA - 15	0.86	0.81
	Frequenz TF - 3 - R	0.83	0.52
	TF - 7	0.67	0.61
	TF - 11	0.78	0.64
	TF - 15	0.77	0.56
^x mittlerer Reliabili- tätskoeffi- zient	Amplitude	0.87	0.80
^x mittlerer Reliabili- tätskoeffi- zient	Frequenz	0.76	0.54

^x = Ermittlung über die Fisher'sche z - Transformation

2. Zuverlässigkeit der Tremor - Frequenz

Die Tremorfrequenz zeigt im Stehen einen kurzfristigen Koeffizienten von 0.76, einen mittelfristigen von 0.56. Der mittlere kurzfristige Reliabilitätskoeffizient, der aus den Koeffizienten bei unterschiedlicher Aufgabe und Körperhaltung ermittelt wurde, ist mit 0.76 hoch, der mittelfristige, der aus Messungen im Abstand von 8 Tagen ermittelt wurde, mit 0.54 etwas niedrig.

Frequenz und Amplitudenmessung waren insoweit miteinander gekoppelt, als sich geringe Frequenzänderungen bei Änderungen der Verstärkung ergaben. Da bei den kurzfristigen Messungen der Verstärkungsfaktor für zwei Messungen meist derselbe war, sich beim nächsten Untersuchungstermin aber leicht ändern konnte, können daraus schwankende Frequenzwerte resultieren. Der höchste Reliabilitätskoeffizient beträgt 0.83, der niedrigste 0.52 bei der gesamten Messung.

Kurz- und mittelfristige Koeffizienten sind niedriger als bei der Amplitudenmessung.

3. Vergleich der Zuverlässigkeit der herkömmlichen Meßmethoden mit dem neuen Gerät

Wie aus Tabelle 4 ersehen werden kann, sind die über die Fisher'sche z - Transformation gemittelten kurzfristigen Reliabilitätskoeffizienten in den Übungen Steadiness und Liniennachfahren der Motorischen Leistungsserie (Schoppe) mit 0.67 bis 0.83 hoch. Dies kann von einem standardisierten Test auch erwartet werden.

Das Tremometer liegt mit 0.72 ebenfalls hoch.

Die Übung mit dem Pursuit Rotor (1. Hälfte) zeigt mit 0.44 den mit Abstand niedrigsten Koeffizienten an.

Die mittlere mittelfristige Relibilität ist mit 0.76 am höchsten bei der Übung Stadiness und Liniennachfahren.

Es fällt auf, daß die Reliabilitätskoeffizienten der Fehlerdauer und Gesamtzeit bei allen Messungen höher sind als die Reliabilitätskoeffizienten der Fehler, und auch insgesamt die höchste Reliabilität ergaben.

Tabelle 4: Reliabilitätskoeffizienten der indirekt ermittelten Meßwerte

Körperhaltung	Variable	$\bar{r}_{\text{kurz-fristig}}$		$\bar{r}_{\text{kurz-fristig}}^x$		$\bar{r}_{\text{mittel-fristig}}$		$\bar{r}_{\text{mittel-fristig}}^x$	
		R	L	R	L	R	L	R	L
sitzend, mit angewinkeltem Arm	ST-L7-F	0.64	0.73			0.78	0.75		
	ST-L7-FD	0.65	0.79	0.67	0.75	0.81	0.78	0.76	0.74
Steadiness	ST-L8-F	0.63	0.68			0.66	0.66		
	ST-L8-FD	0.73	0.77			0.76	0.75		
sitzend, mit angewinkeltem Arm	LI-F	0.67	0.85			0.69	0.76		
	LI-FD	0.76	0.74	0.79	0.83	0.75	0.70	0.76	0.79
Liniennachfahren	LI-GZ	0.88	0.91			0.83	0.87		
sitzend, Aiming einhändig	AE-GZ	0.71	0.82			0.65	0.74		
sitzend, Pursuit Rotor	PR-F1	0.33	0.64			0.53	0.61		
	PR-FD1	0.69	0.80	0.44	0.74	0.67	0.77	0.63	0.79
	PR-F2	0.30	0.71			0.65	0.70		
	PR-FD2	0.74	0.77			0.65	0.68		
sitzend, mit dem Griffel in der Hand	G-15	0.55			0.55	0.59			0.59
sitzend, mit angewinkeltem Arm und ausgestreckten Fingern	TRM-F	0.72	0.67	0.72	0.67	0.49	0.58	0.49	0.58

^x = Mittelwerte über die Fisher'sche z - Transformation

Tabelle 3 zeigt, daß die mittlere Reliabilität der Tremor-amplitude bei der kurzfristigen Zählung 0.87, bei der mittelfristigen 0.80 beträgt, und somit beständiger und höher liegt als bei allen herkömmlichen Methoden.

In Anbetracht der stark schwankenden Komponenten des Tremors ist für einen guten Reliabilitätskoeffizienten ein kurzfristiger Wert von 0.80 und ein mittelfristiger von 0.70 zu fordern.

Diese Bedingungen werden von folgenden Messungsarten erfüllt: (Diese Reliabilitätskoeffizienten zeigt auch Tabelle 4): Steadiness Loch 7 Fehler mittelfristig rechts (0.78) und links (0.75), Steadiness Loch 7 Fehlerdauer mittelfristig rechts (0.81) und links (0.78), Steadiness Loch 8 Fehlerdauer mittelfristig rechts (0.76) und links (0.75); Liniennachfahren Fehler kurzfristig links (0.85) und mittelfristig links (0.76), Liniennachfahren Fehlerdauer mittelfristig rechts (0.75) und links (0.70), Liniennachfahren Gesamtzeit kurzfristig rechts (0.88) und links (0.91) und mittelfristig rechts (0.83) und links (0.87); Aiming einhändig Gesamtzeit kurzfristig links (0.82) und mittelfristig links (0.74); Pursuit Rotor Fehlerdauer 1. Hälfte kurzfristig links (0.80) und mittelfristig links (0.77), Pursuit Rotor Fehler 2. Hälfte mittelfristig links (0.70).

3.3 Interkorrelationen der einzelnen Meßmethoden

Von 75 Variablen verblieben nach Dichotomisierung und dem Ausschluß aller schief verteilten (P/Q extremer als 75%: 25%) noch 68. Die Kürzel dieser Variablen mit der Entscheidung zeigt Tabelle 5, Anhang. Davon wurden wegen Verfälschung des Koeffizienten die 19 dicotomisierten Variablen für die Interkorrelationsberechnungen nicht berücksichtigt. Somit verblieben 49 Variablen, die normal verteilt waren (siehe Seite 20 Abb. 4).

Die folgenden Berechnungen wurden angestellt, um einen Zusammenhang zwischen zwei verschiedenen Meßverfahren aufzuzeigen.

1. Interkorrelationen der einzelnen Tremoramplituden

Tabelle 5 zeigt die Liste der Interkorrelationskoeffizienten der einzelnen Tremoramplituden.

Die Interkorrelationen der Tremoramplituden während der Messung in den Löchern 3 bis 15 sind am höchsten und beständigsten mit 0.85 und 0.95. Mit 0.79 ist die Interkorrelation bei der Tremometer-Übung mit linker und rechter Hand sehr hoch. Die Koeffizienten bei ausgestrecktem Arm im Stehen und angewinkeltem Arm im Sitzen bei der Tremometer-Übung zeigen mit 0.77 und 0.83 zwischen rechter und linker Hand kaum Unterschiede.

Beim Vergleich von Tremoramplitude beim Tremometer und der Tremoramplitude bei der Lochschablone fiel die Interkorrelation mit 0.48 und 0.56 niedriger aus als die vorher genannten Werte, wobei auffiel, daß die Interkorrelation bei Verminderung des Lochdurchmessers abnimmt.

Der Interkorrelationskoeffizient bei ausgestrecktem Arm im Stehen und während der Tremometermessung im Sitzen beträgt 0.77 und 0.83. Der Koeffizient bei ausgestrecktem Arm im Stehen und während der Messung an den verschiedenen Löchern der Lochschablone im Sitzen beträgt 0.50 und 0.60; er ist also deutlich niedriger, obwohl die Patienten beide Male einmal standen und das andere Mal saßen. Das könnte darauf hinweisen, daß der lithiumbedingte Tremor nicht so sehr von der Körperhaltung als von der Aufgabenstellung abhängig ist.

Ebenso ändert sich die Interkorrelation weniger bei den verschiedenen Übungen mit rechter und linker Hand als bei einer anderen Körperhaltung und Aufgabenstellung.

Die Interkorrelation der Tremoramplitude bei der Lochschablone nimmt mit Abnahme des Lochdurchmessers von Loch 3 (9.2 mm) zu Loch 15 (3.0 mm) von 0.60 auf 0.50 ab.

Tabelle 5: Interkorrelationskoeffizienten der Tremoramplituden untereinander

	TA-ST	TA-TRM-R	TA-TRM-L	TA-3	TA-7	TA-11	TA-15
TA - ST	-	0.77	0.83	0.60	0.59	0.55	0.50
TA-TRM-R		-	0.79	0.56	0.55	0.55	0.54
TA-TRM-L			-	0.51	0.50	0.49	0.48
TA - 3				-	0.93	0.90	0.85
TA - 7					-	0.95	0.90
TA - 11						-	0.94
TA - 15							-

Die Werte sind Mittelwerte aus vier Messungen.

2. Vergleich der Tremoramplitude mit indirekten Meßmethoden

Bei der Betrachtung von Tabelle 6 fällt auf, daß alle Interkorrelationskoeffizienten niedrig liegen, das heißt, daß die Tremoramplitude nur gering mit allen indirekten Methoden korreliert. Es scheint, daß bei den verschiedenen Messungsarten unterschiedliche, den Tremor beeinflussende Komponenten in die Meßergebnisse mit eingingen.

Am besten korreliert noch die Übung mit der Lochschablone, Steadiness Loch 8 von der Motorischen Leistungsserie und das Tremometer.

Selbst die Messungen, bei denen sich der Tremoraufnahmen auf dem Finger befand und gleichzeitig mit dem Griffel in der Hand in den verschiedenen Löchern der Lochschablone die Daten registriert wurden, zeigen keine höhere Interkorrelation als 0.34. Die Koeffizienten von Tremoramplitude - Tremometer - Messung und Lochschablonenmessung fallen mit 0.42 und 0.25 niedrig und bei linker und rechter Hand verschieden aus.

Besser sind die Korrelationen von Steadiness Loch 8 und der Tremoramplitudenmessung im Stehen und dem Tremometer mit 0.41 und 0.49.

Die besten Ergebnisse von allen indirekten Meßmethoden erzielte das Tremometer. Der Koeffizient der Tremoramplitude im Stehen mit dem Tremometer beträgt 0.53. Die gleichzeitig gemessenen Daten von Tremometer - Fehler und Tremometer - Tremoramplitude ergaben einen Korrelationskoeffizienten von 0.58. Dabei ist der Koeffizient 0.37 mit der linken Hand niedriger. Die übrigen Koeffizienten des Tremometers, die mit der Tremoramplituden - Lochschablonenmessung verglichen wurden, zeigen mit 0.47 noch mit die höchsten Werte dieser Tabelle.

Die Interkorrelation von Hand - Dominanz - Test und der Tremoramplitude im Stehen wie auch an der Lochschablone fallen ebenfalls mit 0.25 bis 0.37 niedrig aus oder sie sind gleich Null.

Tabelle 6: Interkorrelationskoeffizienten der Tremoramplitude mit indirekten Meßmethoden

	G - 15	ST-L8-FD-R	TRM-F-R	HDT-SN-R	HDT-QP-R
TA - ST	0.25	0.47	0.53	- 0.25	- 0.34
TA-TRM-R	0.42	0.41	0.58	- 0.37	- 0.33
TA-TRM-L	0.25	0.49	0.37	- 0.30	- 0.31
TA - 3	0.30	0.24	0.47	- 0.07	- 0.27
TA - 7	0.34	0.23	0.47	- 0.08	- 0.29
TA - 11	0.34	0.18	0.47	- 0.10	- 0.28
TA - 15	0.31	0.10	0.45	- 0.08	- 0.23

Die Werte sind Mittelwerte aus vier Messungen.

3. Vergleich der indirekten Meßmethoden untereinander

Tabelle 7 zeigt, daß die Koeffizienten - wie bei der Tabelle vorher - niedrig liegen.

Die besten Ergebnisse werden von den verschiedenen Übungen innerhalb einer Methode erzielt.

Relativ gute Ergebnisse werden noch erreicht, wenn sich Art der Übung und Aufgabenstellung gleichen.

Pursuit Rotor zeigt innerhalb seiner Übungen Koeffizienten von 0.60. Beim Hand - Dominanz - Test korrelieren Spurennachfahren und Quadratepunktieren mit 0.55.

Die Lochschablone Loch 15 und Steadiness Loch 8 der Motorischen Leistungsserie korrelieren mit 0.45. Relativ hohe Werte zeigen noch folgende Koeffizienten, die aus den Messungen von Übungen gleicher Aufgabenstellung hervorgingen: (Diese Korrelationskoeffizienten zeigt auch Tabelle 7.)

Lochschablone G 15 und Steadiness Loch 8 Fehlerdauer rechts (0.45), Steadiness Loch 8 Fehlerdauer rechts und Hand - Dominanz - Test Quadratepunktieren rechts (0.44), Steadiness Loch 8 Fehlerdauer rechts und Liniennachfahren Fehlerdauer rechts (0.60), Steadiness Loch 8 Fehlerdauer rechts und Pursuit Rotor Fehlerdauer 2. Hälfte links (0.47), Hand - Dominanz - Test Spurennachfahren rechts und Liniennachfahren Fehlerdauer rechts (0.32).

4. Vergleich der Tremorfrequenzen untereinander

Tabelle 8 zeigt die Beziehung der Tremorfrequenzen untereinander. Die vier Bestimmungen der Tremorfrequenz an der Lochgeraden (Loch 3, 7, 11, 15) interkorrelieren mit 0.79 bis 0.85 am höchsten und beständigsten.

Die Korrelationskoeffizienten der Messung der Tremorfrequenz im Stehen und von Tremorfrequenz - Tremometer - Übung rechts und links liegen bei 0.69 und 0.65.

Tabelle 7: Interkorrelationskoeffizienten der indirekten Meßmethoden untereinander

	G-15	ST-L8 FD-R	TRM F-R	HDT-SN R	HDT-QP R	LI-FD R	PR-FD1 R	PR-FD2 L
G-15	-	0.45	0.28	-0.23	-0.27	0.23	0.20	0.28
ST-L8-FD-R		-	-0.16	-0.29	-0.44	0.60	0.40	0.47
TRM-F-R			-	-0.20	-0.31	-0.03	-0.07	0.02
HDT-SN-R				-	-0.55	-0.32	-0.10	- 0.15
HDT-QP-R					-	-0.48	-0.30	- 0.37
LI-FD-R						-	0.41	0.36
PR-FD1-R							-	0.60
PR-FD2-L								-

Die Werte sind Mittelwerte aus vier Messungen.

Tabelle 8: Interkorrelationskoeffizienten der Tremorfrequenzen untereinander

	TF-ST	TF-TRM-R	TF-TRM-L	TF-3	TF-7	TF-11	TF-15
TF-ST	-	0.69	0.65	0.65	0.65	0.67	0.67
TF-TRM-R		-	0.69	0.67	0.61	0.65	0.68
TF-TRM-L			-	0.70	0.65	0.68	0.69
TF-3				-	0.82	0.80	0.80
TF-7					-	0.83	0.79
TF-11						-	0.85
TF-15							-

Die Werte sind Mittelwerte aus allen vier Messungen.

Einen hohen Koeffizienten von 0.69 ergibt auch der Vergleich der Tremorfrequenz - Tremometer - Messung zwischen rechter und linker Hand. Der Vergleich der Tremorfrequenz - Tremometermessung mit den Messungen der Tremorfrequenz an der Lochschablone von Loch 3 bis Loch 15 zeigt Korrelationskoeffizienten von 0.61 bis 0.70.

Als nächster Teil der Ergebnisse sollte überprüft werden, inwieweit Lerneffekte mitgewonnen worden waren. Aus diesem Grund wurde eine Varianzanalyse berechnet.

3.4 Berechnung der Varianzanalyse

Für die Erstellung der Varianzanalyse wurden nur die normal verteilten Variablen aus den Rohdaten berücksichtigt. Das waren von der Gesamtzahl der Variablen, die viermal gemessen wurden, 66, nur 41.

Zur Prüfung von Mittelwertunterschieden bei den vier Meßzeitpunkten wurden für jede Variable eine multivariate Varianzanalyse für den Meßwiederholungsfall Hotelling's T^2 berechnet und in F-Werte umgerechnet. Dabei diente als Signifikanzniveau das 1 % Niveau:

$$F_{0.01} = (3, 40) = 4.31.$$

1. Zeitliche Stabilität von Tremoramplitude und Tremorfrequenz

Tabelle 9 zeigt die Mittelwerte und F-Werte aller geprüften Variablen. Bei der Betrachtung aller Übungen, die mit dem neuen Gerät durchgeführt wurden, fällt auf, daß sich die Mittelwerte der vier Messungen sowohl der Tremoramplitude als auch der Tremorfrequenz nicht signifikant voneinander unterscheiden. Das bedeutet, daß sich kein statistisch ermittelter Lerneffekt nachweisen läßt.

Tabelle 9: Varianzanalyse mit 41 normal verteilten Variablen

Variable	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	F - Wert	x = signifikant
ST - L7 - F - L	22.17	18.17	22.48	16.08	1.75	
ST - L7 - FD - L	28.61	16.48	27.77	16.83	2.23	
ST - L7 - F - R	33.56	20.38	27.83	19.07	3.64	
ST - L7 - FD - R	29.96	18.03	25.12	15.17	2.83	
ST - L8 - F - L	69.40	53.96	61.59	43.38	4.83	x
ST - L8 - FD - L	76.79	52.46	62.66	39.00	6.67	x
ST - L8 - F - R	72.43	55.20	60.20	47.49	2.74	
ST - L8 - FD - R	65.32	52.61	55.50	41.46	2.01	
LI - F - R	57.60	46.47	45.11	42.57	11.68	x
LI - FD - R	59.04	48.16	46.50	44.84	7.56	x
LI - GZ - R	207.95	155.98	145.22	134.87	16.64	x
LI - F - L	62.14	52.70	51.84	49.79	8.33	x
LI - FD - L	70.00	57.76	59.98	52.86	9.78	x
LI - GZ - L	182.11	146.77	151.51	142.00	9.16	x
AE - GZ - R	106.11	98.41	100.92	92.02	8.43	x
AE - GZ - L	110.13	104.17	105.18	98.89	4.77	x
PR - F1 - R	11.51	8.79	8.36	8.06	10.21	x
PR - FD1 - R	45.44	31.46	29.24	30.43	9.58	x
PR - F2 - R	10.33	8.43	7.98	8.14	4.44	x
PR - FD2 - R	43.15	32.22	29.70	30.60	6.37	x
PR - F1 - L	11.56	9.12	9.30	8.95	4.69	x
PR - FD1 - L	45.22	35.82	34.07	35.05	6.52	x

Tabelle 9 (Fortsetzung)

Variable	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	F-Wert	x = signifikant
PR - F2 - L	10.08	9.16	9.29	9.24	0.93	
PR - FD2 - L	40.15	38.77	35.38	36.82	0.53	
GL5 - F - R	22.70	23.57	24.68	28.42	2.44	
TA3 - R	122.46	119.24	114.02	108.66	0.94	
TA7 - R	130.17	125.04	125.98	116.52	0.99	
TA11 - R	134.52	122.68	126.06	115.23	2.85	
TA15 - R	127.48	123.82	123.31	117.42	0.80	
TF3 - R	8.89	9.12	8.43	8.61	2.09	
TF7 - R	8.64	9.22	8.92	8.92	1.94	
TF11 - R	8.94	8.98	9.13	9.02	0.21	
TF15 - R	8.91	9.20	8.96	9.27	1.48	
TRM - F - R	13.21	11.93	8.43	11.34	1.38	
TA - TRM - R	236.10	214.09	210.41	211.88	2.42	
TF - TRM - R	10.16	10.18	10.02	10.42	1.02	
TRM - F - L	9.78	8.99	10.29	9.30	0.18	
TA - TRM - L	224.72	211.31	214.78	215.01	0.82	
TF - TRM - L	10.12	10.22	10.39	10.33	0.31	
TA - ST	268.49	252.91	256.06	241.00	1.80	
TF - ST	10.17	10.29	10.07	9.76	1.31	

Die einzelnen Messungen sind Mittelwerte von 43 Patienten.

1% Niveau: $F_{0.01} = (3,40) = 4.31$

Die F-Werte bewegen sich bei der Tremoramplitude zwischen 0.80 und 2.85, bei der Tremorfrequenz zwischen 0.20 und 1.31 bei einem zulässigen F-Wert von 4.31.

2. Zeitliche Stabilität der herkömmlichen Methoden

Bei den herkömmlichen Meßmethoden konnte nur bei folgenden kein Lerneffekt nachgewiesen werden:

Steadiness Loch 7, Steadiness Loch 8 mit Ausnahme der linken Hand, Pursuit Rotor 2. Hälfte linke Hand, Tremometer und Lochschablone Loch 15.

Sehr stark voneinander abweichende Mittelwerte wurden vor allem bei der Übung Liniennachfahren und Pursuit Rotor bei der Motorischen Leistungsserie ermittelt. Liniennachfahren ergibt in allen sechs durchgeführten Übungen bei Fehlerzahl, Fehlerdauer und Gesamtzeit Mittelwerte von der 1. Messung zur 4. Messung hin kontinuierlich abfallend, das heißt, ein sich ständiges Verbessern von einer Durchführung zur anderen. Dies ist wohl auf verschiedene Faktoren wie Erfassung der Versuchssituation, Anpassung und Erlernen zurückzuführen.

Pursuit Rotor zeigt bei der 1. Messung den höchsten Wert, während sich die übrigen drei Werte von Fehler, Fehlerdauer und Gesamtzeit um einen Mittelwert bewegen. Außerdem fällt auf, daß in der 2. Hälfte der Übung, die der zweiten Zeithälfte entspricht, die F-Werte nicht mehr signifikant sind.

Die Übung Steadiness Loch 7 und 8 zeigt, daß der Mittelwert der 1. Messung von 43 Patienten die höchste Fehlerzahl und Fehlerdauer aufweist, in der 2. Messung, die sich unmittelbar zeitlich anschließt, abfällt, bei der 3. Messung wieder über den Wert der 2. Messung ansteigt und schließlich in der 4. Messung auf die niedrigste Fehlerzahl und Fehlerdauer sinkt. Der Lerneffekt scheint am größten zu sein, wenn die Messungen unmittelbar nacheinander ausgeführt werden.

Bei der Übung Aiming - Gesamtzeit war die 4. Messung ebenfalls die mit der geringsten Fehler- und Zeitzahl.

4. Diskussion

4.1 Zuverlässigkeit und Stabilität verschiedener Meßmethoden

Die Reliabilitätskoeffizienten von Tests, die in geringem Maße von situativen Änderungen abhängen oder sich aus konstanten Persönlichkeitsvariablen zusammensetzen, wie zum Beispiel beim Intelligenztest, betragen anerkanntermaßen 0.90 bis 0.95. Wenn wir die hier errechneten Reliabilitätskoeffizienten, die sich bei der Prüfung des Tremors ergaben, damit vergleichen, werden sie den Anforderungen eines zuverlässigen Tests voll gerecht. Zudem darf nicht übersehen werden, daß die Prüfgröße des Tremors von zahlreichen Faktoren und verschiedenen Situationen leicht beeinflußt werden kann, wie auch schon andernorts beschrieben worden ist. Es fällt noch auf, daß sich die mittelfristigen Koeffizienten von den kurzfristigen kaum unterscheiden, ebensowenig bei Änderung der Haltung wie beim Wechsel von einer Hand zur anderen. Auch dies soll für die hohe Qualität des Testes sprechen.

Die Tremorfrequenzen zeigen hohe kurzfristige Koeffizienten, jedoch abfallende mittelfristige. Dies kann daher rühren, daß die Tremorfrequenzmessung mit der Amplitudenmessung gekoppelt war. Bei jeder Änderung des Verstärkungsfaktors änderte sich auch die Frequenz.

Den Anforderungen eines standardisierten Tests genügten die meisten Reliabilitätskoeffizienten der herkömmlichen Methoden, wobei aber zu sagen ist, daß der Abstand zwischen niedrigsten und höchsten Werten relativ hoch und schwankend war, und im Vergleich mit dem neuen Gerät weder in Beständigkeit noch Höhe der kurz- und mittelfristigen Koeffizienten ebenbürtig war.

Eine Ausnahme bildet der Pursuit Rotor und die Lochschablone mit Loch 15. Es zeigten sich nämlich beim Pursuit Rotor in der ersten Hälfte der Übung die größte Schwankungsbreite und auch die niedrigsten Reliabilitätskoeffizienten. Das mag darauf zurückzuführen sein, daß die Versuchspersonen verschie-

den schnell die Übung erfaßten, obwohl ihnen immer dieselben Anweisungen gegeben worden waren. Vor allem konnte dies bei älteren Patienten und solchen, die manuell nicht so geschickt waren, beobachtet werden.

Daß die Patienten aus diesen Gründen beim zweiten Untersuchungstermin keine niedrigeren Fehlerzahlen und Fehlerzeiten erzielten, könnte auch die höheren mittelfristigen Koeffizienten erklären.

Auffällig ist auch, daß die Übung mit der Lochschablone eine so geringe Reliabilität zeigt. Eine Erklärung könnte sein, daß die Lochschablone nicht gegen Prellkontakte gesichert worden war und somit bei einem Anschlag bis zu 20 Treffer, das heißt gleich Fehler signalisieren konnte. Dennoch fiel sie gegenüber der Steadiness - Übung der Motorischen Leistungsserie mit dem vergleichbaren Loch 8 nur gering ab.

Die stabilste Zuverlässigkeit zeigten Fehlerdauer und Gesamtzeiten der herkömmlichen Methoden im Vergleich zu Fehlern und Treffern. Dies läßt die Aussage zu, daß die einfachsten motorischen Tests, die nur mit Fehler- oder Trefferzählung ausgestattet sind, die feinen Schwingungen des lithiumbedingten Tremors ungenügend erfassen.

Die Interkorrelationskoeffizienten, die mit der Tremoramplitude gewonnen wurden, zeigen, daß sie dann am höchsten sind, wenn die Aufgabenstellung dieselbe bleibt, wie etwa Halten des Griffels in verschiedenen große Löcher oder Hochheben der roten Zunge des Tremometers. Es ist auch kaum ein Unterschied zu verzeichnen, wenn rechte oder linke Hand die Übung ausführen, solange die Art der Aufgabe sich nicht ändert.

Zum anderen fiel auf, daß die Korrelationskoeffizienten beim Vergleich einzelner Übungen bei ein und demselben Meßverfahren niedriger ausfielen, wenn Art der Übung oder Fingerstellung sich änderten, nicht aber, wenn sich die grobe Körperhaltung

- wie Stehen zum Sitzen - änderte.

Das könnte den Schluß zulassen, daß der feine Tremor - vor allem der lithiumbedingte Tremor - einer größeren Beeinflussung durch psychische Momente unterliegt, wie verstärkter Konzentration und Wettbewerbsstreben, als durch eine andere Körperhaltung.

Andererseits ist festzuhalten, daß die momentane Körperhaltung den Tremor stärker beeinflusst als der Wechsel von der rechten zur linken Hand bei denselben Übungen.

Dennoch war zu verzeichnen - und zwar bei allen herkömmlichen Meßmethoden -, daß die linke Hand gegenüber der rechten höhere Korrelationen erzielte. Eine Erklärung dafür gibt die unterschiedliche feinmotorische Beweglichkeit von rechter und linker Hand. Die rechte Hand zeigte durch die größere Geschicklichkeit und Schnelligkeit - die meisten Patienten waren Rechtshänder - einen größeren Lernzuwachs und dadurch unterschiedlichere Meßwerte, die niedrigere Korrelationskoeffizienten bewirkten. Die linke verhielt sich während der Messungen relativ stabiler, woraus höhere Korrelationen resultierten.

Beim Vergleich der herkömmlichen Meßverfahren mit der Tremor-amplitudenmessung gab es durchwegs niedrigere Koeffizienten. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß in die Messungen neben dem Tremor noch viele andere, sich ständig ändernde Faktoren mit eingingen, wie zum Beispiel die veränderte Versuchssituation, die Ablenkung durch die verschiedenen Räume oder die augenblickliche Verfassung und Stimmungslage des Patienten. Eine dieser niedrigen Korrelationen stellte die Übung von Tremor-amplitude und gleichzeitig ermittelter Fehlerzahl an der Lochschablone in Loch 15. Die Lochschablone war nicht gegen Prellkontakte abgesichert worden, so daß bei einem Anstoß oft 20 Fehler gezählt wurden; dennoch darf nicht vergessen werden, daß auch die Steadiness-Übung Loch 8 von der Motorischen Leistungsserie nicht viel höher korrelierte, obwohl Art der Aufgabe, Aufgabenstellung und Haltung des Körpers

dieselbe waren. Es kann deshalb durchaus sein, daß dieser Fehler nicht ins Gewicht fiel.

Von den herkömmlichen Methoden wurden bei den Übungen mit dem Tremometer die höchsten Korrelationen errechnet.

Der Hand-Dominanz-Test zeigte mittlere bis niedrige Korrelationen mit der Tremoramplitude, die nicht an der Lochschablone ermittelt wurden. Die Koeffizienten, die an der Lochschablone ermittelt wurden, betrugen gleichsam Null. Dies läßt den Schluß zu, daß von beiden Meßverfahren viele den Tremor beeinflussende, instabile Faktoren mitgemessen wurden.

Die indirekten Meßverfahren zeigen untereinander im großen gesehen niedrige Interkorrelationen. Die besten Ergebnisse wurden noch erzielt, wenn die Übungen innerhalb ein und derselben Methode oder Serie verglichen wurden, wie zum Beispiel beim Hand-Dominanz-Test, bei der Serie des Pursuit Rotor und von Steadiness aus der Motorischen Leistungsserie oder bei den übrigen Serien der Motorischen Leistungsserie. Ebenfalls noch relativ gute Ergebnisse ergaben gleiche Art der Übung und Aufgabenstellung, wie zum Beispiel bei der Lochschablone, Steadiness und dem Quadratpunktieren beim Hand-Dominanz-Test, oder bei Pursuit Rotor und Liniennachfahren.

Auffallend ist auch, daß Fehler und Treffer der einzelnen Übungen geringere Interkorrelationen zeigen als Fehlerdauer und Gesamtzeiten.

Da die Interkorrelationen innerhalb ein und desselben Meßverfahrens höher ausfielen und andererseits auch Fehlerdauer und Gesamtzeiten bei den Meßverfahren bessere Ergebnisse erzielten als Fehler und Treffer, könnte gefolgert werden, daß für die Messung des feinschlägigen Lithium-Tremors einer einzigen von den indirekten Meßmethoden, zum Beispiel dem Tremometer oder einer Serie der Motorischen Leistungsserie der Vorzug gegeben werden soll. Diese Methode sollte aber mit einer Fehlerdauer- und Gesamtzeitmessung ausgestattet sein. Dadurch könnten viele instabile Faktoren ausgeschaltet werden

und die einzelnen Methoden würden vergleichbarer. Der Nachteil besteht darin, daß bei einem einzigen Verfahren Lerneffekte wie Anpassung an die Methode und Erlernen des mechanischen Ablaufes eine Verfälschung des Tremormeßwertes bewirken.

Andererseits könnten aber auch, um der Gewöhnung an eine einzige Methode zu entgehen, einige Meßmethoden zusammen verwendet werden, indem von verschiedenen Methoden dieselbe Art der Übung ausgewählt wird und somit objektivierbarere Tremormeßwerte erzielt werden. Denn die gleichartigen Übungen verschiedener Meßmethoden zeigten noch relativ hohe Interkorrelationen.

Eine Schwierigkeit bei der Erfassung der Tremorstärke bei indirekten motorischen Tests, bei denen Löcher verschieden großen Durchmessers benutzt werden, liegt in der Auswahl der Größe des Lochdurchmessers. Einerseits soll ein möglichst großes Spektrum der Tremorschwingungen erfaßt werden, andererseits sind Löcher bestimmten Durchmessers nicht mehr in der Lage, die feine Tremorstärke wiederzugeben. So ist zum Beispiel der Lochdurchmesser von 3 mm (Lochschablone Loch 15) der kleinste Durchmesser, bei dem noch verschiedene feine Anschläge erfaßt werden; andererseits gehen selbst hier eine Großzahl von feinen Schwingungen verloren, indem der Patient am Rand des Loches kleben bleibt. Bei einem größeren Durchmesser als 5.8 mm (Steadiness Loch 7) sind die Werte der einzelnen Patienten so schief verteilt, daß sie bei der Berechnung nicht mehr herangezogen werden können. Die Auswahl der Breite des Lochdurchmessers ist also sehr klein. Dazu kommt, daß man bei der Vielzahl der Löcher, die angeboten werden müßten, um eine große Schwingungsbreite des Tremors zu erzielen, sehr stark ermüdet.

Beim Vergleich der Interkorrelationen der Tremorfrequenz kann festgestellt werden, daß sie am höchsten waren innerhalb der Übungen bei einer Fingerstellung, bei der die Finger den Griffel wie einen Bleistift umfaßten. Bei Übungen, bei denen die Finger gestreckt waren, wie zum Beispiel bei dem Tremometer-Test, waren die Koeffizienten merklich niedriger. Da bei beiden Übungen dieselbe Körperhaltung von den Patienten eingenommen wurde, könnte gefolgert werden, daß eine Beeinflussung

des Tremors durch verschiedene Fingerstellungen bei andersartiger Aufgabenstellung gegeben ist.

Als letzter Punkt der Diskussion wird die Frage erörtert, ob bei den einzelnen Meßverfahren und Übungen Lerneffekte ermittelt wurden. Bei der Betrachtung aller Übungen, die mit dem neuen piezoelektrischen Aufnehmer durchgeführt wurden, unterschieden sich die Mittelwerte aller vier Messungen (von jeweils 43 Patienten) sowohl der Tremoramplitude als auch der Tremorfrequenz nicht signifikant voneinander. Das bedeutet, daß sich kein statistisch ermittelter Lerneffekt nachweisen läßt.

Bei den herkömmlichen Meßverfahren konnte bei der Lochschablone und dem Tremometer kein eindeutiger Lerneffekt nachgewiesen werden; das Gegenteil war jedoch bei allen anderen Übungen der Fall.

Die Mittelwerte, die von jeder der vier Messungen von 43 Patienten berechnet wurden, änderten sich bei jeder Messung stark, unabhängig, ob sie unmittelbar nacheinander oder nach einigen Tagen gewonnen wurden. Die Erfassung des tatsächlichen Tremors ist bei diesen Messungsarten nicht gewährleistet.

Bei der Übung Liniennachfahren der Motorischen Leistungsserie konnte ein ständiges Abfallen des Mittelwertes von der 1. Messung zur 4. Messung verzeichnet werden. Diese Art von Messung ist für die Beurteilung und Kontrolle des Tremors nicht geeignet, da nicht erkannt werden kann, nach welcher Messung keine Beeinflussung des Tremors mehr zu erwarten ist.

Bei der Übung Pursuit Rotor der Motorischen Leistungsserie wäre zu sagen, daß die Messung zuerst mit den Patienten einige Male durchgeführt werden müßte, ohne das Ergebnis zu verwerten, da die erste Berührung mit dem Gerät den meisten Patienten Schwierigkeiten bereitete und bei der Anfangsmessung fast immer schlechte Ergebnisse erzielt wurden.

Bei den Übungen mit Steadiness von der Motorischen Leistungsserie stellte sich der größte Lerneffekt unmittelbar nach der Wiederholung der Übung ein.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei den soeben besprochenen Meßverfahren zusätzlich zu dem eigentlichen Tremor andere körperliche und geistige Fähigkeiten des Menschen in die Meßergebnisse mit eingehen, wie zum Beispiel Ausdauer und geringer Kraftaufwand, Anpassung und Gewöhnung an die Versuchsbedingungen und persönlicher Ehrgeiz.

4.2 Brauchbarkeit verschiedener Meßmethoden zur Erfassung des Lithiumtremors

Zum Schluß sollte noch einmal zusammenfassend hervorgehoben werden, welche der verschiedenen Meßmethoden sich zur Erfassung des Lithiumtremors am besten eignen.

Nach Durchsicht der Zuverlässigkeitsberechnungen, des Vergleichs der herkömmlichen Meßmethoden und der Prüfung eines etwaigen Lerneffektes kann der Schluß gezogen werden, daß das neue Gerät in allen Tests den anderen herkömmlichen Meßverfahren weit überlegen ist. Besonders eignet sich dieses Verfahren für die Erfassung des Lithiumtremors, da dieser - wie den obigen Ausführungen entnommen werden kann - durch eine verschiedene Art der Aufgabenstellung, Änderung der Körper- und Fingerhaltung beeinflusst werden kann. Daß der Tremor unterdrückbar, abhängig von intentionalen Bewegungen und der Art und Weise der Aufgabenstellung, gering abhängig von der Körperhaltung, unabhängig aber von der Ausführung durch die rechte oder linke Hand ist, könnte auf eine zentrale Genese des Tremors hinweisen.

Von den herkömmlichen Meßmethoden eignet sich für die Erfassung des feinschlägigen und/oder lithiumbedingten Tremors nach unseren Erfahrungen das Tremometer noch am besten.

Ansonsten wäre ganz allgemein einer einzigen Serie - wie zum Beispiel der Übung Steadiness der Motorischen Leistungsserie - der Vorzug zu geben, wobei dieser Übung noch zugute kommt, daß sie eine Fehlerdauer- und Gesamtzeitmessung enthält.

5. Zusammenfassung

Von 43 Patienten der Psychiatrischen Universitätsklinik München mit manisch-depressiver Erkrankung wurden Untersuchungen zur Registrierung des Tremors unter Lithiumtherapie durchgeführt. Dabei wurden die herkömmlichen indirekten Meßverfahren wie Motorische Leistungsserie Schoppe, Hand-Dominanz-Test, Selbstbeurteilungsbogen, Lochschablone und Tremometer mit einem neuen piezoelektrischen Miniaturaufnehmer verglichen. Mit einem Gewicht von 0,25 g und einer Größe von 3.3 x 3.5 x 7.6 mm wurde dieser in Verbindung mit einer elektronischen Amplituden- und Frequenzquantifizierung zur direkten Messung der Tremorstärke in physikalischen Maßeinheiten verwendet.

An zwei verschiedenen Untersuchungstagen innerhalb von acht Tagen wurden vier Messungen in der Psychologischen Abteilung der Psychiatrischen Universitätsklinik durchgeführt. Die Versuchspersonen befanden sich bei der synchronen Durchführung der Übungen des neuen Miniaturaufnehmers mit einer Lochschablone und einem Tremometer in einer schalldichten Kabine; bei der Durchführung der Übungen der herkömmlichen Meßverfahren ohne Miniaturaufnehmer waren die Versuchspersonen in einem Nebenraum des Labors.

Von 75 Variablen, die von jeder Versuchsperson gewonnen und einer Verteilungsprüfung unterzogen wurden, waren 26 so schlecht verteilt, daß sie zu den Berechnungen nicht herangezogen werden konnten. Es verblieben nach Ausschluß, Transformation nach Box & Cox und Dichotomisierung noch 49 Variablen.

Es wurden von den Variablen

- (1) die Zuverlässigkeit der einzelnen Meßverfahren geprüft.
- (2) durch Vergleich der einzelnen Meßmethoden Ähnlichkeit und Übereinstimmung erarbeitet, und
- (3) die Lerneffekte und zeitliche Stabilität untersucht.

Dabei wurden folgende Ergebnisse gefunden:

Den Anforderungen eines standardisierten Tests genügten bei den Zuverlässigkeitsberechnungen die meisten der indirekten herkömmlichen Meßverfahren und in besonderem Maße der neue Miniaturaufnehmer.

Der Vergleich der einzelnen Meßverfahren zeigte, daß die Aussagekraft der Tremormessung mit den herkömmlichen Methoden eingeschränkt ist, da durch verschiedene Körper- und Fingerhaltung und durch Änderung der Aufgabenstellung der Tremor beeinflusst wird und sich ändert.

Die Prüfung der zeitlichen Stabilität der Meßverfahren ergab, daß bei den meisten herkömmlichen Meßmethoden ein Lerneffekt nachzuweisen ist, der durch Anpassung und Gewöhnung eintritt.

Die gemeinsame Durchführung von Tremoramplituden- und Tremorfrequenzmessung zeigte die oben genannten Abweichungen nicht.

Von den herkömmlichen Meßverfahren könnten nach unseren Untersuchungen das Tremometer und die Übung Steadiness der Motorischen Leistungsserie Schoppe empfohlen werden.

6. Literaturverzeichnis

- Agate, F.J., Doshay, L.J., Curtis, F.K.:
Quantitative measurement of therapy in paralysis agitans.
Journal of American Medical Association, 1956, 160, 352 - 354
- Andrews, C.J., Burke, D., Lance, J.W.:
The comparison of tremors in normal, parkinsonian and athetotic man.
Journal of the neurological Sciences, 1973, 19, 53 - 61
- Ashenhurst, E.M.: The nature of essential tremor.
Canadian Medical Association Journal, 1973, 109, 876 - 878
- Balla, I.: Treatment of essential tremor with propranolol.
Lancet, 1973, 1, 205
- Barbeau, A.: Treatment of essential familial tremor with propranolol.
Union Médical du Canada, 1973, 102, 899 - 902
- Blomberg, H.L.: A simple method for recording tremor.
Acta neurologica Scandinavica, 1966, 42, 495 - 498
- Boettcher, B.: Lithium induced tremor.
Medical Journal of Australia, 1974, 2, 796
- Bonduelle, M.: Postural tremor.
Sistema nervosa, 1970, 22, 317 - 324
- Box, G.E.P. & Cox, D.R.:
An analysis of transformation
Journal of the Royal static Society, 1964, 26, 211 - 243
- Brimblecombe, R.W., Pinder, R.H.:
Tremors and tremorogenic agents.
Sciencetechnica, Bristol 1972
- Brumlik, I. & Yaps, C.B.:
Normal tremor; a comparative study
Springfield, Illinois, Thomas, C.C., 1970
- Chase, R.A., Cullen, J.K. jr., Sullivan, S.A., Ommaya, A.K.:
Modification of intention tremor in man
Nature, London 1965, 206, 485 - 487
- Charcot, J.M.: Clinical lectures on diseases of the nervous system
New Sydenham Society, 1889, 185 - 187

- Cowell, T.K., Marsden, C.D., Owen, D.A.L.:
Objective measurement of Parkinsonian
tremor
Lancet 1965, 18, 1278 - 1279
- Dierssen, G., Lorenc, M., Spitaleri, R.M.:
A new method for graphic study of human
movements
Neurology (Minneapolis) 1961, 11, 610 - 618
- Dupont, E., Hansen, H.J., Dalby, M.A.:
Treatment of benign essential tremor with
propanolol
Acta neurologica Scandinavica, 1973, 49,
75 - 84
- Edwards, A.S.:
The finger tremometer
American Journal of Psychology, 1946, 59,
273 - 283
- Eichmann, H., Andreas, K., Westermann, K.H.:
A method for the objective determination
of tremors in the rat
Acta biologica et medica Germanica, 1975,
34, 419 - 425
- Fahn, S.:
Differential diagnosis of tremor
Medical clinics of North America, 1972, 56,
1363 - 1375
- Floru, L.:
Klinische Behandlungsversuche des lithium-
bedingten Tremors durch einen beta-Re-
zeptorenantagonisten (Propanolol).
International Pharmacopsychiatry, 1971, 6,
197 - 222
- Floru, L., Floru, L., Tegeler, J.:
Therapeutische Bedeutung der beta-Re-
zeptorenblockade bei lithiumbedingtem
Tremor.
Medizinische Welt, 1974, 25, 450 - 452
- Floru, L., Tegeler, J., Wilmsen, H.:
Untersuchungen des lithiumbedingten Tremors
mit verschiedenen Meßmethoden.
International Pharmacopsychiatry, 1975,
10, 100 - 110
- Foster, J.B., Longley, B.P., Stewart-Wyn:
Propanolol in essential tremor
Lancet 1973, 1, 1455
- Gebhardt, F.:
Verteilung und Signifikanzschranken des 3.
und 4. Stichprobenmomentes bei normalver-
teilten Variablen.
Biometrische Zeitschrift, 1966, 8, 219 - 241

- Giesen, H.K., Illig, H.:
Tremor following the administration of a new
beta receptor stimulator
Medizinische Welt, 1972, 67, 1045 - 1047
- Goldney, R.D., Giew, E.F.:
Lithium induced tremor
Medical Journal of Australia, 1975, 1, 256
- Haase, H.J.:
Therapie mit Psychopharmaka und anderen
psychotropen Medikamenten
Stuttgart, Schattauer Verlag, 1972
- Heller, H.:
Filmanalyse neurogener Bewegungsstörungen
Nervenarzt, 1972, 2, 107 - 108
- Herz, H., Nusselt, L.:
A simple method for measurement of tremor
Biomedizinische Technik, 1973, 18, 240 - 241
- Hewer, R.L., Cooper, R., Morgan, M.H.:
An investigation into the value of treating
intention tremor by weighting the affected
limb
Brain 1972, 95, 579 - 790
- Holmes, G.:
The cerebellum of man
Brain 1939, 62, 1 - 30
- Hofstätter, P.R., Wendt, D.:
Quantitative Methoden der Psychologie, Bd. 1,
Deskriptive Interferenz- und Korrelations-
statistik
Frankfurt a.M., Springer Verlag, 1974
- Iivanainen, M.:
Tremor
Duodecim, 1973, 89, 990 - 1005
- Janke, W.:
Experimentelle Untersuchungen über die Ab-
hängigkeit der Wirkung psychotroper Substan-
zen von Persönlichkeitsmerkmalen
Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt,
1964
- Janke, W., Ritzmann, H.:
Untersuchungen über den Einfluß von pharma-
kopsychologischen Belastungsbedingungen auf
psychomotorische Leistungen
Archiv für Psychologie, 1964, 116, 33 - 57
- Jung, R. und Hassler, R.:
Neurologie. Handbuch der inneren Medizin
Heidelberg, Springer-Verlag 1953, 5, 1 - 3
- Kirk, L., Baastrup, P.Chr., Schou, M.:
Propanolol and lithium induced tremor
Lancet, 1972, 1, 839

- Kirk, L., Baastrup, P.Chr., Schou, M.:
Propanololbehandlung bei Lithiumtremor
Nervenarzt, 1973, 657 - 658
- Kirk, L., Baastrup, P.Chr.:
Propanolol treatment of lithium induced
tremor
Lancet, 1973, 2, 1086 - 1087
- Klaus, D., Finke, J., Fahlbusch, W., Bachhausen, D.:
Reflex time determination and tremor re-
gistration using the Infraton-pulse re-
gistration set
Medizinische Welt, 1974, 25, 698 - 701
- Lydtin, H.:
Beta - Rezeptorenblocker
Heidelberg, Springer Verlag, 1970
- Mars, D.O., Schnieden, H., Marshall, J.:
A controlled clinical trial of alpha methyl
dopa in Parkinsonian tremor
Journal of Neurology, Neurosurgery and
Psychiatry, 1963, 26, 505
- Marsden, C.D., Foley, T.H., Owen, D.A.L., McAllister, R.G.:
Peripheral β - adrenergic receptors concerned
with tremor
Clinical Science, 1967, 33, 53 - 65
- Marshall, J., Walsh, E.G.:
Physiological tremor
Journal of Neurology, Neurosurgery and
Psychiatry, 1956, 19, 260 - 267
- Marshall, J.:
Observations on essential tremor
Journal of Neurology, Neurosurgery and
Psychiatry, 1962, 25, 122 - 125
- Marshall, M.:
The effect of ageing upon physiological
tremor
Journal of Neurology, Neurosurgery and
Psychiatry, 1961, 24, 14 - 17
- Moran, L.J., Mefferd, R.B.:
Repetitive psychometric measures
Psychological reports, 1959, 5, 269
- Moran, L.J., Kimble, J.P., Mefferd, R.B.:
Failsifikation durch Lernvorgänge
Psychological reports, 1964, 14, 335
- Morgan, M.H., Hewer, R.L., Cooper, R.:
A method of recording and analysing in-
tention tremor
Brain, 1972, 95, 573 - 578

- Morgan, M.H., Hewer, R.L., Cooper, R.:
Effect of the beta adrenergic blocking agent
propanolol on essential tremor
Journal of Neurology, Neurosurgery and
Psychiatry, 1973, 6, 618 - 624
- Murray, T.J.:
Treatment of essential tremor with propanolol
Canadian Medical Association Journal, 1972,
107, 984 - 986
- Nilsson, B.Y.:
Electromyographic recordings of slow tremor
in chronic alcoholics
Acta neurologica Scandinavica, 1973, 49,
227 - 232
- Owen, D.A.L., Marsden, C.D.:
Effect of adrenergic β -blockage on Parkin-
sonian tremor
Lancet, 1965, 2, 1259 - 1262
- Potvin, A.R., Tourtellotte, W.W., Synder, D.N.:
Validity of quantitative tests measuring
tremor
American Journal of Physical Medicine, 1975,
54, 243 - 252
- Retvedt, A.:
Typs for tremors in patients with neurological
disorders and in normal subjects. Evaluation
based on recording with an accelerometer
Tidsskrift for den Norske Laegeforening,
1975, 95, 107 - 120
- Sälzer, M.:
Three - dimensional tremor measurement of the
hand
Journal of Biomechanics, 1972a, 5, 217 - 221
- Sälzer, M.:
Methodenvergleich verschiedener Tremorauf-
nehmer
Internationale Zeitschrift für angewandte
Physiologie, 1972 b, 30, 292 - 301
- Sälzer, M.:
Investigation on the reproducibility of
tremor measurements of the hand
European Journal for applied Physiology,
1973, 32, 71 - 80
- Sälzer, M., Rohmert, W.:
Untersuchungen über das zeitliche Verhalten
der Handtremoramplitude nach Einnahme ver-
schiedener Pharmaka
European Journal for applied Physiology,
1974, 33, 13 - 22
- Sälzer, M.:
Tremormessungen zur Eignungsprognose für
sensomotorische Tätigkeiten
Psychologische Beiträge, 1974, 16, 48 - 60

- Sälzer, M.: Model for describing tremor author translation
European Journal for applied Physiology, 1975, 34, 19 - 31
- Schoppe, K.J.: Das Motorische Leistungsserie - Gerät:
Ein neuer Testapparat zur Messung feinmotorischer Leistungen
Diagnostica, 1974, 20, 43 - 46
- Schou, M.: Lithium als Psychopharmakon
Fortschritte der Neurologie, Psychiatrie und ihrer Grenzgebiete, 1969, 37, 349 - 381
- Schou, M.: Die Lithiumprophylaxe bei manisch-depressiven Psychosen
Nervenarzt, 1971, 42, 1 - 10
- Schou, M.: Le lithium en psychiatrie
Encephale, 1971, 60, 281 - 311
- Schou, M., Amdisen, A., Baastrup, P.C.: L'uso del litio in psichiatria. Indicazioni e modalità del trattamento
Clin. Ter., 1972, 60, 107 - 123
- Schou, M.: 531 st. meeting
Biochemical Sociation Transactions, Lancaster, 1973
- Steinbrecher, W.: Zur Pathogenese, elektromyographischen Analyse und Behandlung des extrapyramidalen Tremors
Klinische Wochenschrift, 1961, 13, 679 - 683
- Steinbrecher, W.: A method to diagnose tremor manifestations and its therapeutic modification
Medizinische Welt, 1973, 24, 237 - 240
- Steinbrecher, W.: Elektromyographie in der Klinik und Praxis
Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1965
- Steingrüber, H.G., Lienert, G.A.: Der Hand - Dominanz - Test
Verlag für Psychologie, Göttingen 1971
- Sweet, R.D., Blumberg, J., Lee, J.E.: Propanolol treatment of essential tremor
Neurology, 1974, 24, 64 - 67
- Tyrer, P.J., I der, M.: Tremor in acute and chronic anxiety
Archives of Neurology and Psychiatry, 1974, 31, 506 - 509

Vigneri, M.R., Fasullo, S.:

Neurophysiological aspects of the postural
tremor

Acta neurologica, 1972, 26, 691 - 694

Visser, S.L., Rijke, W. de:

Comparison of the Electromyogramm in normal
tests subjects, hemiparetic patients and
Parkinson patients with special reference
to changes in response to fatigue

European Neurology, 1974, 11, 97 - 107

Winkler, G.F., Young, R.R.:

Efficiency of chronic propranolol therapy
in action tremors of the familial, senil or
essential varieties

New England Journal of Medicine, 1974, 290,
984 - 988

Anhang

Tabelle 1:

Instruktionen zur Motorischen Leistungsserie:

Die Motorische Leistungsserie (MPL)-Platte und der Kasten mit dem Pursuit Rotor standen auf einem festen Tisch mit einer Länge von 3 m und einer Tiefe von 60 cm. Die Platte befand sich etwa 10 cm von der Tischkante entfernt, bei Übung 1 und 2 in vertikaler, bei Taste 3 und 4 in horizontaler Lage. Der Stuhl war unverstellbar, ohne Armstützen. Die Körperhaltung korrekt einzuhalten bereitete manchen Versuchspersonen Schwierigkeiten, als die Messung das zweite Mal wiederholt wurde.

Taste 1:

Steadiness: Die Messung wurde mit beiden Händen (links und rechts) durchgeführt.

Taste 2:

Liniennachfahren: Mit dem rechten Griffel wurde der Startimpuls am Anfang der Linie ausgelöst und am Ende abgestellt. Fehler, Fehlerdauer und Dauer der Aktion wurden gezählt. Man mußte darauf achten, daß nur der rechte Griffel einen Anschluß hatte, und deshalb auch für die linke Hand benützt werden mußte. Die Versuchsperson wurde angewiesen, möglichst schnell und ohne anzustoßen die Linie zu durchfahren.

Taste 3:

Aiming: Die Versuchsplatte, die bisher in der Vertikalen war, wurde in die Horizontale gebracht. Man führte die Übung mit dem rechten Griffel und mit linker und rechter Hand in der oberen Reihe aus.

Taste 4:

Aiming beidhändig: Mit dem linken Griffel und der linken Hand auf der oberen Reihe, mit dem rechten Griffel der rechten Hand auf der unteren Reihe wurde diese Übung von links nach rechts

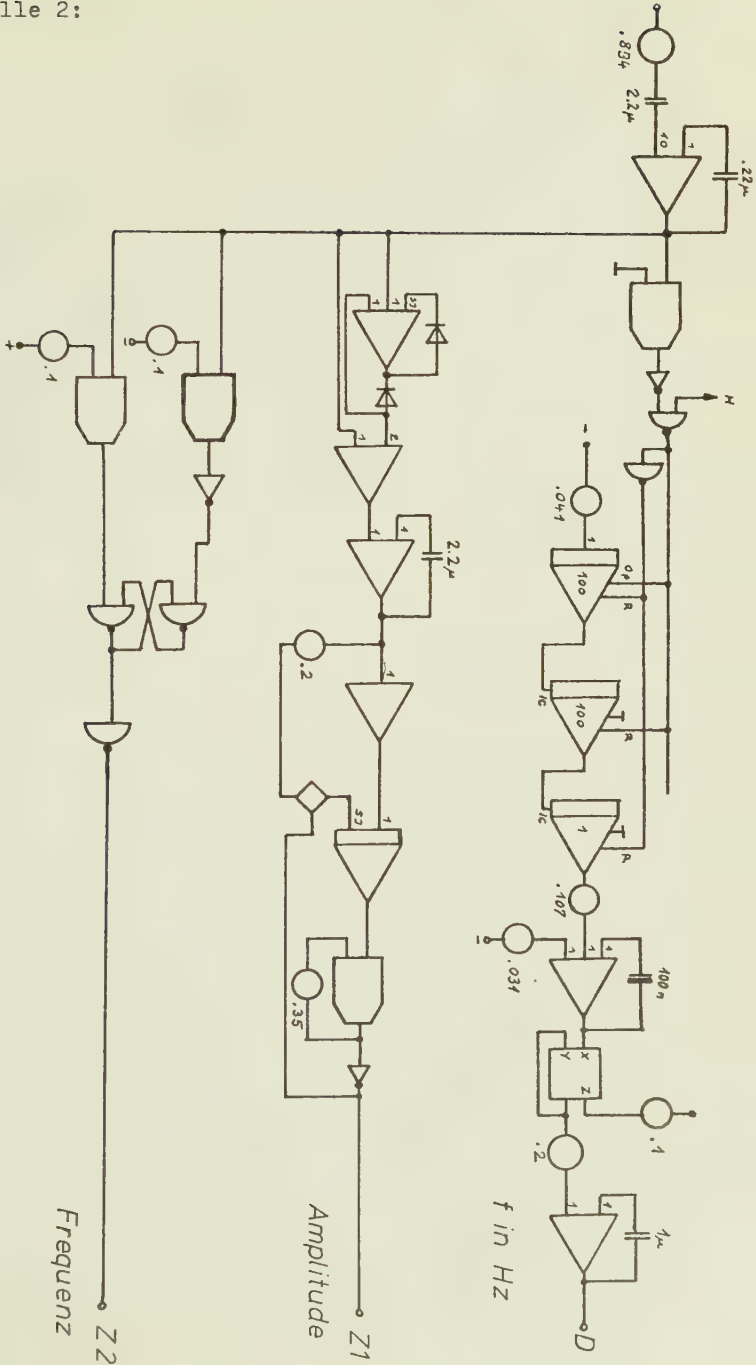
durchgeführt. Es durfte nicht vergessen werden, darauf hinzuweisen, daß die Zeit nun ebenfalls gezählt würde.

Taste 7:

Pursuit Rotor: Das Gerät wurde auf die konstante Drehgeschwindigkeit drei eingestellt, die Empfindlichkeit der Photozelle auf die Mitte von Maximum und Minimum. Der Versuch wurde beidhändig durchgeführt.

Ansonsten wurde nach der Bedienungsanleitung der Motorischen Leistungsserie Schoppe vorgegangen.

Tabelle 2:



FP 76

TREMORAUSWERTUNG
ANALOGRECHNER EA1 180

Tabelle 3:

Name:..... Vorname:
geb.: Alter:Jahre Beruf:
Seit wann zittern Sie

Bitte füllen Sie diesen Bogen sorgfältig aus. Machen Sie ein Kreuz in die Spalte rechts, entsprechend Ihrer Zustimmung oder Ablehnung.

Wie stark zittern Sie in folgenden Situations- situationen?	Wie sehr stört Sie das Zittern dabei?
wenig oder gar mäßig stark nicht	wenig oder gar sehr nicht

-
1. beim Heben einer
Tasse oder eines
Glases
a) wenn Sie alleine
sind

b) wenn Sie in Ge-
sellschaft sind

2. beim Halten einer
Tasse oder eines
Glases

-
3. beim Essen (Benüt-
zen eines Bestecks)
a) wenn Sie alleine
sind

b) wenn Sie in Ge-
sellschaft sind

4. beim Deuten oder
Zeigen auf einen
Gegenstand

-
5. beim Geldzahlen in
einem Geschäft

-
6. für Raucher: beim
Zigarettenanzünden

-
7. beim Lesen der Zei-
tung

-
8. bei handwerklicher
Betätigung (z.B.
Eindrehen einer
kleinen Schraube)

-
9. für Frauen: beim
Nähen, Stricken,
Sticken

Tabelle 3 (Fortsetzung)

	Wie stark zittern Sie in folgenden Situa- tionen?	Wie sehr stört Sie das Zittern dabei?
	wenig oder gar mäßig stark nicht	wenig oder gar sehr nicht
10.	beim Ankleiden (z.B. Schließen kleiner Knöpfe und Ösen)	
11.	für Frauen: beim Schminken, Kämmen	
12.	beim Kochen	
13.	beim Schreiben, Zeichnen	
14.	für Männer: beim Rasieren	
15.	wenn Sie Sport- arten treiben wie z.B. Tischtennis, Billard etc.	
16.	beim Schnürsenkel- binden	
17.	wenn Sie jemandem die Hand geben wol- len	
18.	wenn Sie sitzen ohne sich zu betä- tigen	
19.	Nennen Sie bitte noch Situationen, in denen sie das Zittern besonders bemerken oder in denen es Sie be- sonders stört.	
	a)	
	b)	
	c)	
	d)	

Tabelle 4: Reliabilitätskoeffizienten
(59 Variablen, 41 normal verteilt)

Kürzel	kurzfristig			mittelfristig		
	r_{12}	r_{34}	$\bar{r}$	r_{13}	r_{24}	$\bar{r}$
ST-L3-F-L (D)	0,16	0,43	0,30	0,19	0,28	0,24
ST-L3-FD-L (D)	0,03	0,35	0,19	0,15	0,35	0,25
ST-L5-F-L (D)	0,34	0,49	0,42	0,35	0,41	0,38
ST-L5-FD-L (D)	0,45	0,61	0,54	0,45	0,49	0,47
ST-L5-F-R (D)	0,62	0,33	0,49	0,59	0,51	0,55
ST-L5-FD-R (D)	0,50	0,23	0,37	0,44	0,44	0,44
ST-L7-F-L (B)	0,74	0,72	0,73	0,73	0,78	0,75
ST-L7-FD-L (B)	0,80	0,79	0,79	0,79	0,76	0,78
ST-L7-F-R (B)	0,74	0,51	0,64	0,81	0,74	0,78
ST-L7-FD-R (B)	0,74	0,54	0,65	0,85	0,75	0,81
ST-L8-F-L (B)	0,62	0,72	0,68	0,60	0,72	0,66
ST-L8-FD-L (B)	0,71	0,81	0,77	0,71	0,79	0,75
ST-L8-F-R (B)	0,66	0,60	0,63	0,69	0,63	0,66
ST-L8-FD-R (B)	0,75	0,71	0,73	0,81	0,71	0,76
LI-F-R (B)	0,58	0,74	0,67	0,62	0,75	0,69
LI-FD-R (B)	0,69	0,82	0,76	0,70	0,79	0,75
LI-GZ-R (B)	0,81	0,92	0,88	0,79	0,87	0,83
LI-F-L (B)	0,84	0,86	0,85	0,79	0,74	0,76
LI-FD-L (B)	0,78	0,70	0,74	0,74	0,65	0,70
LI-GZ-L (B)	0,88	0,93	0,91	0,87	0,87	0,87
AE-F-R (D)	0,20	0,14	0,17	0,30	0,19	0,24
AE-FD-R (D)	0,19	0,18	0,19	0,43	0,18	0,31
AE-T-R (D)	0,42	0,18	0,31	0,42	0,38	0,40
AE-GZ-R (B)	0,60	0,79	0,71	0,59	0,70	0,65
AE-F-L (D)	0,30	0,21	0,26	0,26	0,55	0,41
AE-FD-L (D)	0,31	0,22	0,27	0,22	0,21	0,21
AE-T-L (D)	0,12	0,46	0,30	0,33	0,04	0,19
AE-GZ-L (B)	0,79	0,84	0,82	0,73	0,75	0,74

r_{12} = Korrelation zwischen 1. und 2. Messung

Tabelle 4 (Fortsetzung)

		kurzfristig			mittelfristig		
Kürzel		r_{12}	r_{34}	$\bar{r}$	r_{13}	r_{24}	$\bar{r}$
AB-T-L	(D)	0,64	0,45	0,55	0,50	0,50	0,50
AB-F-L	(D)	0,25	0,28	0,26	0,20	0,43	0,32
AB-T-R	(D)	0,43	0,49	0,46	0,56	0,35	0,46
AB-F-R	(D)	0,42	0,44	0,43	0,45	0,38	0,42
PR-F1-R	(B)	0,69	0,53	0,33	0,66	0,45	0,53
PR-FD1-R	(B)	0,72	0,66	0,69	0,70	0,64	0,67
PR-F2-R	(B)	0,65	0,49	0,30	0,50	0,48	0,65
PR-FD2-R	(B)	0,70	0,78	0,74	0,66	0,63	0,65
PR-F1-L	(O)	0,56	0,70	0,64	0,62	0,60	0,61
PR-FD1-L	(B)	0,78	0,82	0,80	0,79	0,74	0,77
PR-F2-L	(B)	0,70	0,73	0,71	0,70	0,71	0,70
PR-FD2-L	(B)	0,72	0,80	0,77	0,61	0,73	0,68
G7-F-R	(D)	0,54	0,21	0,38	0,31	0,45	0,38
G11-F-R	(D)	0,30	0,30	0,30	0,22	0,16	0,19
G15-F-R	(B)	0,56	0,53	0,55	0,60	0,58	0,59
TA3-R	(B)	0,82	0,84	0,83	0,75	0,75	0,73
TA7-R	(B)	0,88	0,84	0,86	0,73	0,83	0,79
TA11-R	(B)	0,85	0,90	0,88	0,81	0,87	0,84
TA15-R	(B)	0,89	0,83	0,86	0,82	0,80	0,81
TF3-R	(O)	0,83	0,84	0,83	0,61	0,43	0,52
TF7-R	(O)	0,70	0,64	0,67	0,60	0,61	0,61
TF11-R	(B)	0,76	0,80	0,78	0,61	0,66	0,64
TF15-R	(O)	0,79	0,75	0,77	0,43	0,67	0,56
TRM-F-R	(B)	0,78	0,64	0,72	0,63	0,32	0,49
TA-TRM-R	(B)	0,88	0,85	0,86	0,79	0,74	0,76
TF-TRM-R	(O)	0,86	0,63	0,77	0,25	0,52	0,39
TRM-F-L	(B)	0,61	0,72	0,67	0,56	0,59	0,58
TA-TRM-L	(B)	0,90	0,90	0,90	0,85	0,76	0,81
TF-TRM-L	(O)	0,70	0,78	0,74	0,53	0,43	0,48
TA-ST-R	(B)	0,92	0,90	0,91	0,86	0,81	0,83
TF-ST-R	(O)	0,78	0,73	0,76	0,53	0,59	0,56

r_{12} = Korrelation zwischen 1. und 2. Messung

Tabelle 5: Interkorrelationskoeffizienten
(68 Variablen, 49 normal verteilt)

Variable	Kürzel		Variable	Kürzel	
1	A	(O)	35	AE-FD-L	(D)
2	HDT-SN-R	(O)	36	AE-T-L	(D)
3	HDT-SN-L	(O)	37	AE-GZ-L	(B)
4	HDT-SN-F-R	(B)	38	AB-T-L	(D)
5	HDT-SN-F-L	(B)	39	AB-F-L	(D)
6	HDT-QP-R	(O)	40	AB-T-R	(L)
7	HDT-QP-L	(O)	41	AB-F-R	(L)
8	FB-1	(B)	42	PR-F1-R	(E)
9	FB-2	(D)	43	PR-FD1-R	(B)
10	ST-L3-F-L	(D)	44	PR-F2-R	(B)
11	ST-L3-FD-L	(D)	45	PR-FD2-R	(B)
12	ST-L5-F-L	(D)	46	PR-F1-L	(O)
13	ST-L5-FD-L	(D)	47	PR-FD1-L	(B)
14	ST-L5-F-R	(D)	48	PR-F2-L	(B)
15	ST-L5-FD-R	(D)	49	PR-FD2-L	(B)
16	ST-L7-F-1	(B)	50	G7-F-R	(D)
17	ST-L7-FD-L	(B)	51	G11-F-R	(D)
18	ST-L7-F-R	(B)	52	G15-F-R	(B)
19	ST-L7-FD-R	(B)	53	TA3-R	(B)
20	ST-L8-F-L	(B)	54	TA7-R	(B)
21	ST-L8-FD-L	(B)	55	TA11-R	(B)
22	ST-L8-F-R	(B)	56	TA15-R	(B)
23	ST-L8-FD-R	(B)	57	TF3-R	(O)
24	LI-F-R	(B)	58	TF7-R	(O)
25	LI-FD-R	(B)	59	TF11-R	(B)
26	LI-GZ-R	(B)	60	TF15-R	(O)
27	LI-F-L	(B)	61	TRM-F-R	(B)
28	LI-FD-L	(B)	62	TA-TRM-R	(B)
29	LI-GZ-L	(B)	63	TF-TRM-R	(O)
30	AE-F-R	(D)	64	TRM-F-L	(B)
31	AE-FD-R	(D)	65	TA-TRM-L	(B)
32	AE-T-R	(D)	66	TF-TRM-L	(O)
33	AE-GZ-R	(B)	67	TA-ST-R	(B)
34	AE-F-L	(D)	68	TF-ST-R	(O)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Hippius dafür danken, daß ich die vorliegenden Untersuchungen in seiner Klinik durchführen durfte. Mein besonderer Dank gilt Dipl.Psycholog. Dr. Engel und Dr. Greil für die tatkräftige Hilfe und Unterstützung, die sie dieser Arbeit von Anfang bis Ende haben angedeihen lassen.

Mein Dank gilt in gleicher Weise Herrn Ing.grad. F. Paetzold für die technische Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Untersuchung, sowie Fr.G.Kunze für die Ausarbeitung der Daten am Rechner und die anschließende Beratung.

LEBENS LAUF

Name: Johann L. Fischer

Geburtstag: 14. November 1949

Geburtsort: Mandorf

Eltern: Sohn der Eheleute Laurentius Fischer,
Landwirt, und
Frau Rosalia, geb. Eckl

Schulbildung: 1956 - 1961 Volksschule in Buchhofen
1961 - 1970 Humanistisches St. Michaels-
Gymnasium Metten
Juni 1970 Reifezeugnis

Wissenschaftlicher

Werdegang:

1970 - 1977 Studium der Humanmedizin in
München

1972 Studium der Psychologie in
München

Okt. 1971 Vorphysikum in München

März 1973 Physikum in München

Dez. 1977 Staatsexamen in Humanmedizin
in München

seit
April 1975 Dissertationsarbeit in München

